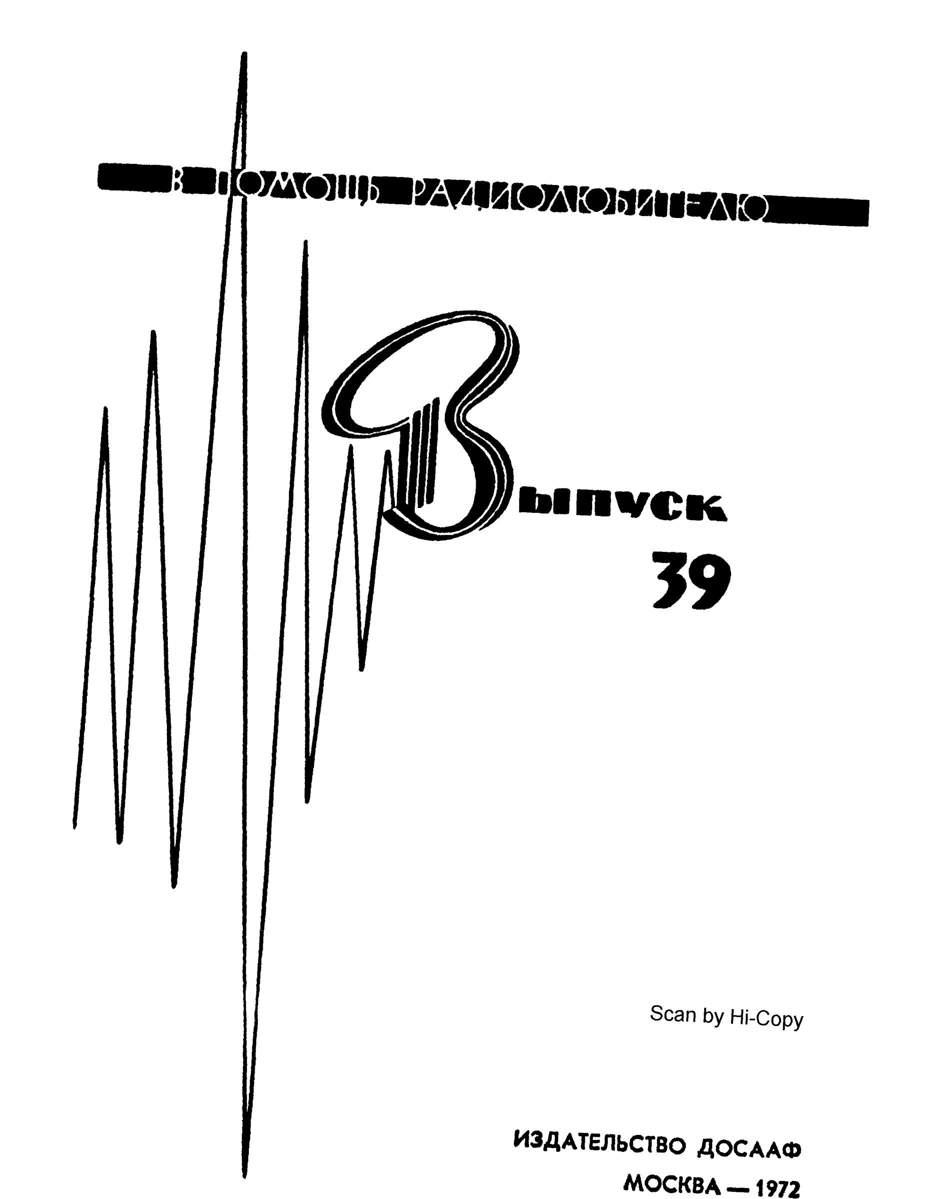


ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
МОСКВА — 1972

3—4—5
58—71

РАДИОТЕХНИКА В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

МЕТАЛЛОТРУБОКАБЕЛЕИСКАТЕЛЬ

В. Бахмутский, Г. Зуенко

Прибор позволяет отыскивать подземные кабели и металлические трубопроводы всех видов, расположенные на глубине 1,5—2 *м*, обнаруживать (на тех же глубинах) отдельные металлические предметы (отрезки труб, крышки люков, листы площадью не менее 250×250 *мм*), а также определять местоположение обнаруженных объектов в плане с ошибкой до 20—30 *см*.

Конструктивно искатель состоит из двух основных узлов: индукционной установки с взаимно ортогональными (разнесенными вдоль оси) возбуждающей и приемной рамочными антеннами и электронного блока, в который входят генератор и приемник. Рамочные антенны размещены в жестком цилиндре диаметром 260 *мм* и длиной 700 *мм*, выполненном из стеклопластика. Они имеют электростатический экран в виде слоя меди, нанесенного на внешнюю поверхность пластмассового каркаса. Электронный блок и цилиндр установлены на жестком кронштейне, снабженном плечевыми ремнями для переноски. Органы регулировки (переключатели, потенциометры, а также разъемы, визуальный индикатор и телефонные гнезда) вынесены на верхние панели генератора и приемника.

В зарубежных трубокабелеискателях преимущественное распространение получила установка с вертикальной возбуждающей и горизонтальной приемной рамочными антеннами. При перемещении такой установки вдоль профиля, перпендикулярного трассе кабеля или трубо-

провода, кривая изменения вторичного индуцированного сигнала оказывается несимметричной и имеет два экстремальных значения (максимум и минимум, а при фазочувствительной индикации — два максимума) разной величины в стороне от трассы кабеля (трубопровода).

При этом для определения трассы необходимо проходить профиль два раза во взаимно противоположных направлениях и проводить измерения на местности (определять середину расстояния между двумя отметками). Данный прибор свободен от этого недостатка: благодаря расположению рамочных антенн под углом 45° и 135° к горизонту он позволяет получить максимальные показания непосредственно над трассой объекта, а также разделить объекты, расположенные параллельно друг другу на небольших расстояниях в горизонтальной плоскости (порядка 1—2 *м*).

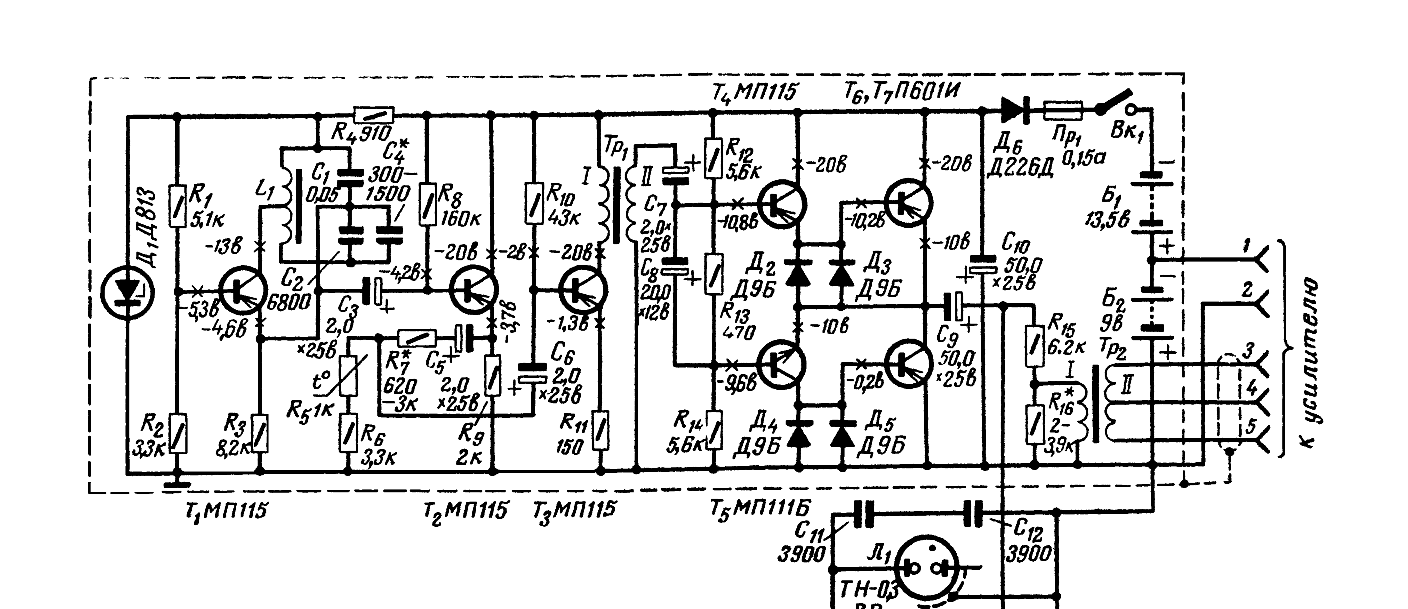
Принципиальная схема

Электронный блок состоит из генератора, нагруженного на возбуждающую рамочную антенну, и усилителя с приемной рамочной антенной. Последний включает также компенсационное устройство, служащее для тонкой (доводочной) компенсации первичного индуцированного сигнала (то есть сигнала, индуцированного непосредственно из возбуждающей антенны в приемную). Вход компенсационного устройства подключен непосредственно к генератору. Питаются оба блока от батарей, размещенных в блоке генератора.

Блок генератора (рис. 1) состоит из задающего генератора (T_1), согласующего каскада (T_2), двух усилительных каскадов (T_3, T_4, T_5) и оконечного усилителя мощности (T_6, T_7).

Задающий генератор, настроенный на частоту 12 *кгц*, собран по трехточечной схеме с емкостной связью. Катушка L_1 колебательного контура намотана на сердечнике типа ТЧК-55П и имеет индуктивность около 25 *мгн*. Число витков обмотки и отвод подбираются при настройке.

Для уменьшения влияния параметров транзистора T_1 на частоту генерации применено частичное включение контура в цепь коллектора. Напряжение питания задаю-


Т4 МП115
Т6, Т7 П601И
Д1 Д813
R1 5,1к
R2 3,3к
R3 8,2к
R4 910
C1 0,05
C4* 300-1500
C2 6800
C3 2,0 ×25в
L1
R8 160к
R5 1к
R6 3,3к
R7* 620-3к
C5 2,0 ×25в
R9 2к
R10 43к
R11 150
C6 2,0 ×25в
Тр1
C7 2,0× 25в
C8 20,0 ×12в
R12 5,6к
R13 470
R14 5,6к
Д2 Д9Б
Д3 Д9Б
Д4 Д9Б
Д5 Д9Б
C9 50,0 ×25в
C10 50,0 ×25в
Д6 Д226Д
Пр1 0,15а
Вк1
Б1 13,5в
Б2 9в
Тр2
R15 6,2к
R16* 2-3,9к
к усилителю
Т1 МП115
Т2 МП115
Т3 МП115
Т5 МП111Б
C11 3900
C12 3900
Л1 ТН-0,3
ВР
Рис. 1

щего генератора стабилизировано стабилитроном $Д_1$. Эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе T_2, устраняет влияние изменений нагрузки на задающий генератор. Терморезистор R_5 сохраняет необходимую стабильность выходного напряжения в рабочем диапазоне температур. Трансформатор $Тр_1$ — согласующий. Предоконечный и выходной каскады усилителя выполнены на транзисторах T_4—T_7 по двухтактной бестрансформаторной схеме. Возбуждающая рамочная антенна подключена через конденсатор C_9 к транзисторам T_6, T_7.

Диоды $Д_2$—$Д_5$ служат для предотвращения теплового пробоя транзисторов T_6, T_7 при повышении их температуры; для защиты этих транзисторов в случае короткого замыкания выхода усилителя служит предохранитель $Пр_1$ на номинальный ток 0,15 *а*. С выхода генератора напряжение подается на вход компенсационного устройства через делитель напряжения и трансформатор $Тр_2$. Для облегчения электрической компенсации в устройство может быть введен переключатель полярности $Тр_2$.

Возбуждающая рамочная антенна *ВР* согласована с выходным сопротивлением генератора с помощью частичного включения. Для увеличения излучаемой мощности и уменьшения нелинейных искажений возбуждающего сигнала антенна *ВР* настраивается в резонанс на рабочую частоту.

Для защиты генератора от неправильного включения батарей установлен диод $Д_6$. В питающей батарее используются элементы типа «Марс» (373), обеспечивающие непрерывную работу искателя в течение примерно 50 *час*. При работе с перерывами срок службы элементов увеличивается.

Приемник искателя (см. схему на рис. 2) состоит из компенсационного устройства, усилителя и блока индикаторов. Основное ослабление первичного сигнала, индуцированного в приемной рамочной антенне *ПР*, осуществляется за счет ее расположения ортогонально и симметрично по отношению к возбуждающей рамочной антенне *ВР*. Компенсационное устройство, подключенное вместе с антенной *ПР* ко входу усилителя, служит для доведения остаточного первичного сигнала до уровня, сравнимого с вторичным индуцированным сигналом, который появляется, когда искатель приближается к иско-

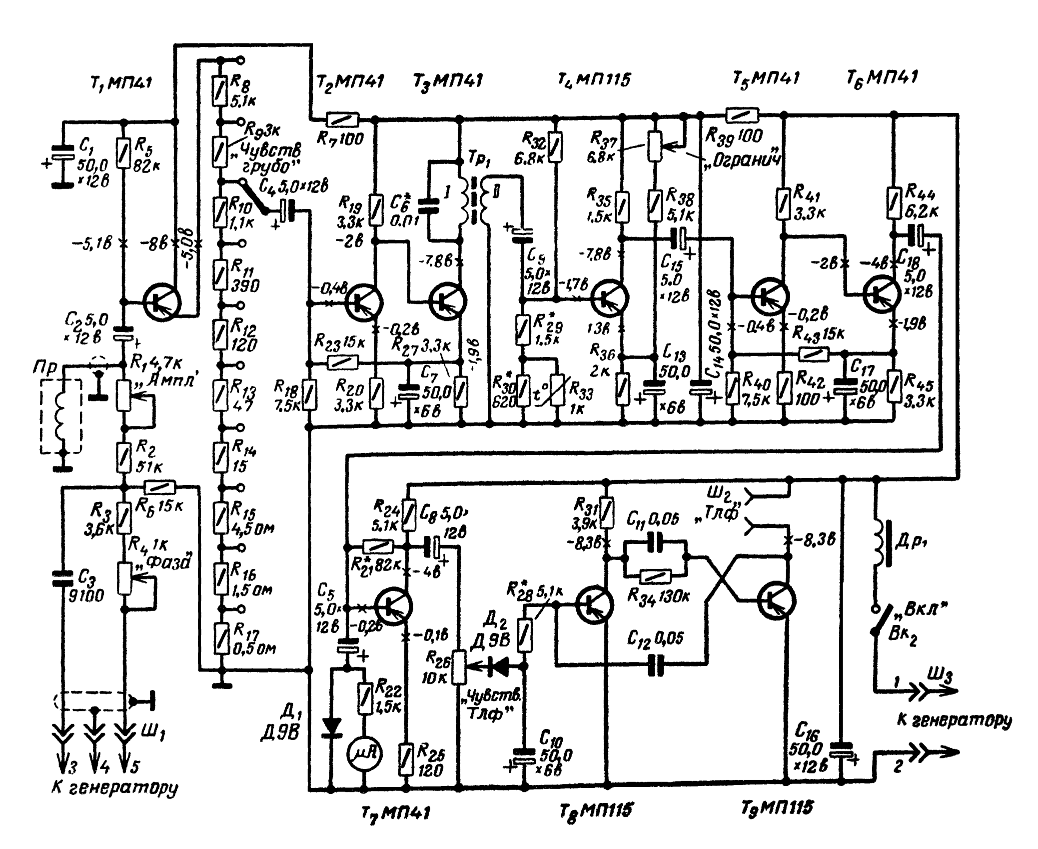


Рис. 2

мым металлическим предметам. Регулировка амплитуды и фазы компенсирующего напряжения осуществляется переменными резисторами R_1 и R_4 соответственно.

Усилитель содержит шесть каскадов: входной на транзисторе T_1, апериодический (T_2), резонансный (T_3), ограничитель (T_4), два апериодических (T_5 и T_6). Связь между транзисторами T_2, T_3 и T_5, T_6 непосредственная.

В блоке индикаторов применены два вида индикации: визуальная (по микроамперметру) и акустическая (по звуку в телефонах). Канал визуальной индикации имеет детектор (диод $Д_1$), к которому подключен микроамперметр на 100 *мка,* канал акустической индикации состоит из усилителя (транзистор T_7), детектора (диод $Д_2$) и мультивибратора (транзисторы T_8, T_9). На базу T_8 подается напряжение, продетектированное диодом $Д_2$. Постоянная составляющая его является напряжением смещения на базе T_8, при изменении которого меняется частота, генерируемая мультивибратором, а следовательно, и высота звука в телефонах.

Чувствительность усилителя можно регулировать грубо переключателем $П_1$ и плавно переменным резистором R_{37}, а чувствительность канала акустической индикации — переменным резистором R_{26}.

Каскад на транзисторе T_4 является ограничителем результирующего сигнала (вторичного и нескомпенсированного первичного) по минимуму. Такой ограничитель позволяет использовать нескомпенсированный первичный сигнал, амплитуда которого сравнима с амплитудой вторичного сигнала или превышает ее. В результате будут эффективно подавляться нерегулярные помехи (например, импульсные). Кроме того, при наличии ограничителя могут быть ослаблены требования к глубине компенсации первичного сигнала. Наконец, ограничитель позволяет повысить чувствительность усилителя к малым изменениям вторичного сигнала и облегчить настройку компенсационного устройства.

Конструкция

Прибор состоит из корпуса, в котором расположены возбуждающая и приемная рамочные антенны под углом 45° к горизонту; кронштейна, на котором размещен корпус с антеннами, а также блоки усилителя и генера-

тора; блока генератора с источником питания; блока усилителя с компенсационным устройством.

Внешний вид прибора и способ его переноски показаны на фотографии (рис. 3). Корпус, в котором закреплены возбуждающая и приемная рамочные антенны, выполнен из стеклопластика толщиной 4 *мм* в виде цилиндра с внутренним диаметром 260 *мм* и длиной 700 *мм*. Для повышения жесткости внутри корпуса установлены два кольца также из стеклопластика, расположенных перпендикулярно образующей цилиндра. Корпус изготовлен путем склеивания стеклопластика эпоксидной смолой. Вместо стеклопластика могут быть использованы другие пластмассы (например, винипласт).



Рис. 3

Внутрь цилиндра вдоль оси его с обоих концов вставляют возбуждающую и приемную рамочные антенны и закрепляют их при помощи скоб. Антенны к скобам и скобы к корпусу прикрепляют винтами; после настройки прибора места крепления заливают эпоксидной смолой. Разнос антенн вдоль оси цилиндра, (расстояние между их центрами) должен составлять примерно 450 *мм*. Каркасы возбуждающей и приемной антенн цилиндрической формы, выточены из текстолита и пропитаны бакелитовым лаком. Средний диаметр намотки антенн 225 *мм*. Кольцевая проточка для укладки витков антенны имеет размеры (в поперечном сечении) 18×18 *мм*. На ее внутреннюю поверхность методом электрохимического осаждения наносится слой меди, служащий статическим экраном.

Приемная антенна содержит 800 витков провода

ПЭЛ 0,1, возбуждающая — 400 витков (отвод от 10-го витка) провода ПЭВ-2 0,6.

С наружной стороны витки рамки экранируются медной или латунной лентой. Для уменьшения потерь, вносимых экранами, в 1—2 местах экрана следует оставлять узкие прорези (щели).

Кронштейн, на котором расположены узлы прибора, выполнен из толстой фанеры. Его задняя стенка имеет два выступа для закрепления ремней, охватывающих спину оператора. На этой стенке находятся скобы, куда уложен корпус с антеннами, притянутый ремнями. Передняя стенка кронштейна имеет шарнир слева и защелку справа, что позволяет оператору надеть кронштейн, а затем закрыть переднюю стенку. Ремни для переноски прикреплены к кронштейну так, что нагрузка на плечи оператора от блоков, расположенных на передней стенке кронштейна, и корпуса с антеннами, расположенного на задней стенке, распределяется равномерно. На боковых стенках кронштейна закреплены кабели, идущие от возбуждающей и приемной антенн.

Генератор прибора собран в металлическом корпусе. В нижнем отсеке этого корпуса помещена батарея из 15 элементов типа 373 («Марс»).

Для возможности доступа в батарейный отсек его нижняя крышка сделана съемной. Она имеет резиновое уплотнение. Верхняя крышка (также съемная и с уплотнением) служит лицевой панелью генератора. К ней прикреплена гетинаксовая плата, на которой в основном смонтированы детали генератора.

На верхней крышке генератора размещены: выключатель $Вк_1$; гнездовая часть разъема для соединения генератора с возбуждающей рамочной антенной и блоком усилителя; держатель предохранителя $Пр_1$.

Усилитель собран в отдельном металлическом корпусе и смонтирован на двух гетинаксовых монтажных платах, расположенных параллельно. Платы прикреплены на стойках к верхней (лицевой) панели. Между ними расположен электростатический экран, выполненный из фольгированного гетинакса. На плате, размещенной ближе к лицевой панели, расположены детали первых четырех каскадов, усилителя, а на второй плате — остальных каскадов. Платы можно откидывать на шарнирах, что позволяет получить доступ ко всем деталям.

Таблица

Рисунок №	Обозначение по схеме	Сердечник	№ обмоток	Число витков	Провод
1	$Тр_1$	Кольцо, типоразмер К20×12×6, из феррита М2000-НМ1			
	$Тр_2$	—	*I*	200	ПЭВ-1 0,1
			II	2×10	ПЭВ-1 0,1
2	$Др_1$	Кольцо, типоразмер К20×12×6, из феррита М2000-НМ1		300	ПЭЛШО 0,1
	$Тр_1$	ТЧК-55П	*I*	400	ПЭЛШО 0,2
			II	250	ПЭЛШО 0,2

На лицевой панели усилителя размещены: микроамперметр; основание разъема; органы управления усилителем; гнезда для подключения головных телефонов.

Намоточные данные трансформаторов и дросселя генератора и усилителя сведены в таблицу.

Для защиты монтажа от влаги между передней панелью усилителя и его корпусом помещены резиновые прокладки.

Настройка

Прибор настраивают в следующем порядке: сначала рамочные антенны, затем компенсатор и наконец генератор и усилитель.

Настройка рамочных антенн сводится к регулировке взаимного расположения их до получения минимального первичного сигнала, измеряемого десятками микровольт. Найденное оптимальное положение антенн жестко фиксируют путем заливки крепежных деталей эпоксидной смолой.

Для получения необходимой глубины подавления первичного сигнала (порядка 10^5 раз) можно использовать небольшие юстировочные рамки или металлические пластинки, расположенные вблизи приемной рамочной

антенны. После настройки их также заливают эпоксидной смолой.

Налаживание компенсатора сводится к дальнейшему уменьшению первичного сигнала на входе усилителя с помощью последовательных регулировок переменных резисторов R_1 и R_4.

Настройка генератора и усилителя не имеет каких-либо специфических особенностей и поэтому здесь не описана.

При правильной настройке генератор прибора должен иметь следующие параметры: рабочую частоту — 12 *кгц* ±60 *гц;* нестабильность в диапазоне температур —20° — +50° *С* — ±120 *гц;* добротность возбуждающей рамки — около 30; активную мощность, выделенную в возбуждающей рамке,— не менее 0,8 *вт;* нестабильность выходного напряжения в диапазоне температур — 20 ÷ +50° *С* не хуже ±5%.

Параметры усилителя должны быть следующими: частота настройки 12 *кгц* ±120 *гц;* относительная нестабильность частоты настройки в диапазоне температур —20÷+50° *С* около ±2%, а коэффициента усиления — около 2 раз.

ТРАНЗИСТОРНЫЙ МИЛЛИЛЮКСМЕТР

В. Ринский

Транзисторный миллилюксметр, описываемый в настоящей статье, предназначен для измерения малых постоянных и переменных освещенностей и слабых световых потоков, а также для косвенных измерений физических величин, которые могут быть преобразованы в соответствующие значения освещенностей или световых потоков. Он состоит из фотодатчика и измерительного блока.

При помощи миллилюксметра можно измерить освещенности от 0 до 1000 *млк* в двух поддиапазонах: 0—25 и 0—1000 *млк*, а также световые потоки до $5 \cdot 10^{-4}$ *лм* также в двух поддиапазонах: 0—$1{,}25 \cdot 10^{-5}$ и 0—$5 \cdot 10^{-4}$ *лм.*

Прибор питается от внутренней батареи напряжением 4,5 *в* (три элемента типа 332) и потребляет ток 4 *ма*.

Размеры фотодатчика — 95×45×35 *мм*, измерительного блока — 130×95×60 *мм*; вес фотодатчика 120 *г*, измерительного блока с источником питания — 380 *г*.

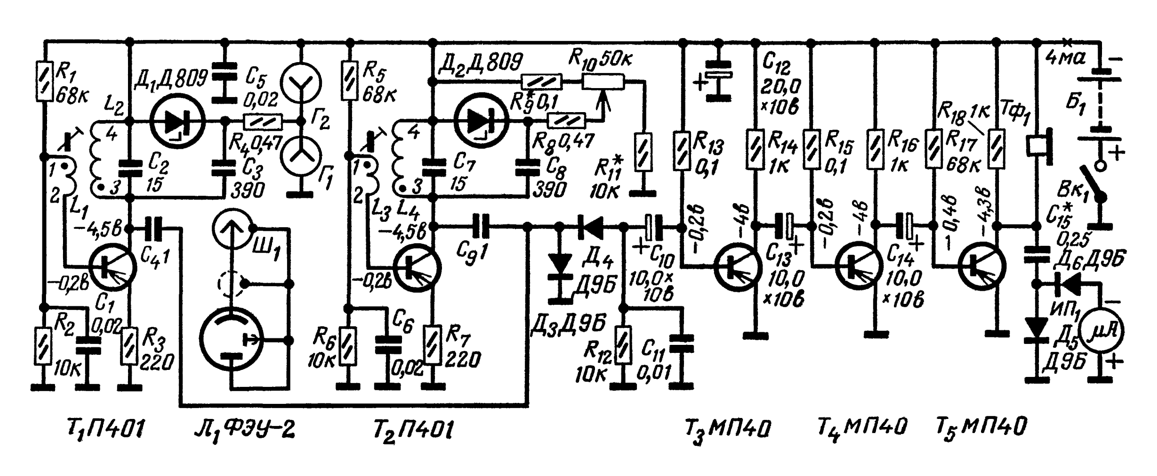
Действие фотодатчика, в котором применен однокаскадный фотоэлектронный умножитель (ФЭУ), основано на явлении внешнего фотоэффекта, которое заключается в том, что при воздействии света катод ФЭУ начинает эмиттировать электроны. Они ускоряются электрическим полем, существующим между электродами ФЭУ, и создают фототок.

Как показали проведенные эксперименты, однокаскадные ФЭУ в диодном включении успешно работают при напряжениях питания порядка 3—5 *в*. Более того, возможна работа ФЭУ без внешнего источника питания. В этом случае фототок возникает за счет энергии электронов, приобретенной ими в процессе фотоэлектронной эмиссии.

Для измерения слабых фототоков, возникающих в фотодатчике, использован преобразователь с весьма высоким входным сопротивлением. В преобразователе используется зависимость емкости *p—n* перехода полупроводникового диода от приложенного к нему напряжения Емкость *p—n* перехода включена в колебательный контур ВЧ генератора, частота которого оказывается зависящей от величины протекающего через переход фототока и, следовательно, от освещенности фотодатчика. Эта частота подается на смесительный каскад, где сравнивается с неизменной (опорной) частотой аналогичного генератора.

Возникающее в смесителе напряжение разностной частоты (частоты биений) усиливается и ограничивается по амплитуде. Затем частота биений измеряется диодно-конденсаторным частотомером со стрелочным прибором, шкала которого может быть проградуирована в единицах освещенности или светового потока.

Измерение частоты биений обеспечивает весьма высокую чувствительность миллилюксметра, поскольку малые относительные изменения частоты генератора вызывают большие относительные изменения частоты биений и, соответственно, большие отклонения стрелки измерительного прибора.



Примечание. Напряжения на базах T_1 и T_2 составляют +0,2 *в*, на базе T_5 — +0,4 *в*.

Рис. 1

Принципиальная схема

Принципиальная схема миллилюксметра приведена на рис. 1. Возникающий в фотодатчике, собранном на фотоэлектронном умножителе $Л_1$, слабый фототок протекает через экранированный кабель и коаксиальный разъем $Ш_1$—$Г_1$, соединяющие датчик с измерительным блоком, резистор R_4, а затем через диод $Д_1$. Создаваемое фототоком обратное напряжение значительно изменяет емкость *р-п* перехода диода $Д_1$. Эта емкость через разделительный конденсатор C_3 включена в колебательный контур ВЧ генератора.

При освещении фотодатчика емкость перехода уменьшается и частота колебаний генератора возрастает. Величина освещенности фотодатчика преобразуется в соответствующие значения частоты колебаний генератора.

Если штеккер $Ш_1$ фотодатчика $Л_1$ включить в гнездо $Г_2$, то ФЭУ работает без внешнего источника питания и чувствительность фотодатчика существенно уменьшается, что позволяет увеличить верхний предел измерения освещенностей и световых потоков.

Частота колебаний генератора на транзисторе T_1 сравнивается с частотой аналогичного генератора, собранного на транзисторе T_2 и диоде $Д_2$. Для уменьшения погрешностей измерения оба генератора собраны по одинаковым схемам и содержаг одинаковые детали. Поэтому температурная и временная нестабильность частот обоих генераторов одинакова и практически не влияет на величину разностной частоты. Во избежание взаимного влияния генераторов они слабо связаны со смесительным каскадом, выполненным на диодах $Д_3$, $Д_4$, с помощью конденсаторов малой емкости C_4 и C_9.

Возникающее в смесителе напряжение разностной частоты (напряжение биений) усиливается и ограничивается по амплитуде усилителем на транзисторах T_3—T_5. Затем оно поступает на телефон $Тф_1$, а также на диодно-конденсаторный частотомер C_{15}, $Д_5$, $Д_6$, в котором как индикатор использован микроамперметр $ИП_1$.

Перед началом измерений при затемненном фотодатчике устанавливают равенство частот генераторов, изменяя обратное напряжение на *р-п* переходе диода $Д_2$ при помощи потенциометра R_{10}, являющегося частью

делителя напряжения R_9—R_{11}. При уменьшении разности частот понижается тон биений, воспроизводимый телефоном $Тф_1$, и уменьшаются показания микроамперметра $ИП_1$, затем звук в телефоне исчезает, а стрелка микроамперметра будет медленно колебаться. Когда частоты обоих генераторов будут равны, стрелка микроамперметра $ИП_1$ остановится на нуле

Детали и конструкция

В миллилюксметре применены транзисторы T_1—T_2 типа П401 (возможна замена на П402, П403, П416, П422, П423) с коэффициентом усиления $B_{ст}=40—60$ и транзисторы T_3—T_5 типа МП40 (возможна замена на МП39—МП41) с коэффициентом усиления $B_{ст}=15—25$. Использованные в качестве управляемых емкостей кремниевые стабилитроны $Д_1$—$Д_2$ типа Д809 можно заменить на Д808, Д810—Д813. Диоды $Д_3$—$Д_6$ могут быть заменены любыми точечными германиевыми диодами.

В фотодатчике вместо фотоэлектронного умножителя ФЭУ-2 можно установить вакуумный фотоэлемент типа СЦВ-3, СЦВ-4 и др. Заменять ФЭУ газонаполненным фотоэлементом нельзя, так как потенциал ионизации газов, которыми наполняются такие фотоэлементы, значительно выше напряжения питания миллилюксметра.

Катушки генераторов намотаны внавал на полистироловых каркасах, заключенных в броневые сердечники из феррита марки 600НН (Ф-600) наружным диаметром 11 *мм,* высотой 10 *мм* и снабжены подстроечными сердечниками из феррита этой же марки диаметром 2,8 *мм,* длиной 12 *мм.* Можно применить броневые сердечники типа Б14 из феррита марки 700НМ. Катушки L_1 и L_3 содержат по 10 витков провода ПЭЛШО 01, катушки L_2 и L_4 — по 100 витков литцендрата ЛЭ 5×0,06 *мм.*

Малогабаритный телефон $Тф_1$ имеет сопротивление обмотки постоянному току 100 *ом.* Можно использовать телефоны от слуховых аппаратов, транзисторных радиоприемников (ТМ-2) и капсюли ДЭМШ, ДЭМ-4 и др.

Постоянные резисторы могут быть типа УЛМ, МЛТ-0,125 и др , переменный резистор R_{10} — типа ТК-А или аналогичный. Конденсаторы C_1, C_5, C_6, C_{11} — типа КЛС, C_2, C_4, C_7, C_9 — типа КД-1а с отрицательным ТКЕ (окрашенные в красный или голубой цвет), C_{15} — МБМ

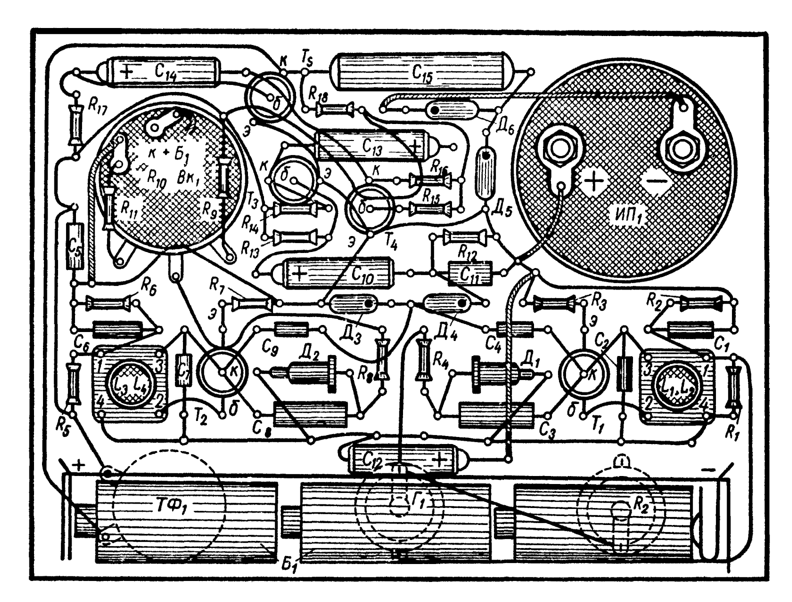


Рис. 2

(+конденсатора C_{13} соединен с базой транзистора T_4)

или БМ. Электролитические конденсаторы C_{10}, C_{12}, C_{13}, C_{14} должны иметь рабочее напряжение не менее 6 *в*. Особое внимание следует уделить выбору конденсаторов C_3 и C_8, которые должны обладать высоким сопротивлением изоляции, так как оно шунтирует *p-n* переходы диодов $Д_1$ и $Д_2$. Рекомендуется использовать слюдяные конденсаторы типа КСО или пленочные типа ПСО

Микроамперметр $ИП_1$ имеет ток полного отклонения 100 *мка*. Возможно применение микроамперметров с током полного отклонения от 50 *мка* до 200 *мка*, но тогда потребуется подобрать емкость конденсатора C_{15}.

Коаксиальные гнезда $Г_1$—$Г_2$ и штеккер $Ш_1$ с полистироловой изоляцией — от антенного входа телевизора. Длина экранированного провода, соединяющего фотодатчик с измерительным блоком, 0,5 *м*.

Монтажная схема измерительного блока приведена на рис. 2 Монтажная плата, на одной стороне которой расположено большинство деталей блока, сделана из полистирола толщиной 2 *мм* и имеет размеры 122×84 *мм*. На другой стороне платы укреплены гнезда $Г_1$ и $Г_2$ и

телефон $Тф_1$ (на рис. 2 показано штриховыми линиями), а также проложены жесткие соединительные проводники. Батарея $Б_1$ размещена в отсеке из полистирола, приклеенном к плате. Монтаж измерительного блока можно сделать также печатным способом. Однако в этом случае, с целью сохранения высокого входного сопротивления блока, необходимо разместить детали $Д_1$, C_3, R_4, $Г_1$ и $Г_2$ вне печатной платы, например, на небольшой пластине из полистирола или органического стекла.

Монтажная плата с находящимися на ней деталями помещена в корпус из ударопрочного полистирола размерами 130×95×40 *мм*, закрывающийся полистироловой крышкой. На передней стенке корпуса укреплен микроамперметр $ИП_1$, а сквозь отверстия в ней проходит ось переменного резистора R_{10} и коаксиальные гнезда $Г_1$ и $Г_2$. В правом нижнем углу передней стенки просверлены отверстия, образующие решетку, через кото-

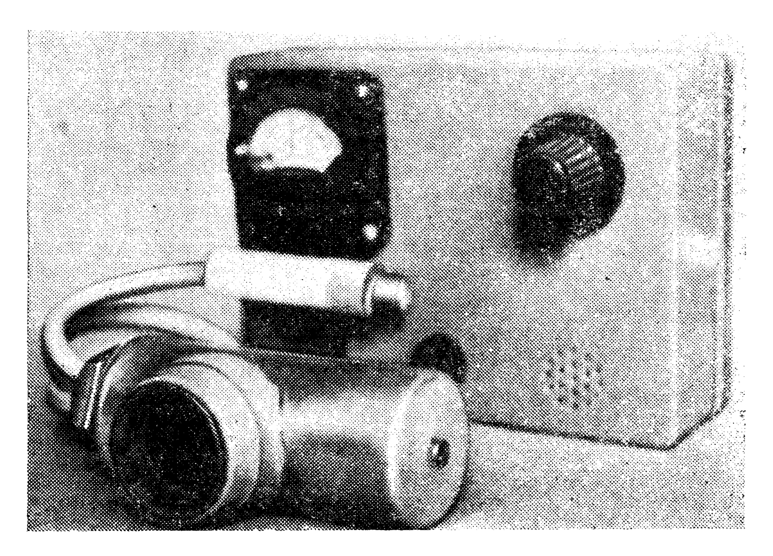


Рис. 3

рую проникает звук от расположенного на монтажной плате телефона $Тф_1$.

Фотодатчик (рис. 3) заключен в светонепроницаемый алюминиевый футляр, для изготовления которого ис-

пользован корпус от вышедшего из строя электролитического конденсатора диаметром 34 и длиной (без пластмассовой втулки) 82 *мм*. Между футляром и баллоном ФЭУ проложен слой картона. В футляре и в картоне против фотокатода ФЭУ сделано отверстие диаметром 30 *мм*. Футляр скреплен с цилиндрическим тубусом наружным диаметром 30 *мм*, внутренним диаметром 27 *мм* и длиной 12 *мм*. В отверстие тубуса можно вставлять защитное стекло, линзы или светофильтры в соответствующих оправах. Отверстие может закрываться светонепроницаемой крышкой.

При изготовлении фотодатчика необходимо обеспечить высокое сопротивление изоляции между не соединенными друг с другом выводами ФЭУ, футляром и оплеткой экранированного провода. Поэтому следует использовать гибкий многопроволочный экранированный провод в полихлорвиниловой или полиэтиленовой (но не резиновой!) изоляции. Поверх его оплетки натягивают полихлорвиниловую трубку. Полученный таким образом изолированный экранированный провод пропускают сквозь отверстие, просверленное в пластмассовой втулке от электролитического конденсатора. После того как концы провода припаяны, втулку устанавливают в отверстие алюминиевого футляра фотодатчика и закрепляют. Имеющаяся на втулке резьба с гайкой позволяют крепить фотодатчик к различным опорам, что удобно при градуировке и эксплуатации миллилюксметра.

Налаживание

Налаживание миллилюксметра начинают с измерения режимов работы транзисторов по постоянному току. Значения напряжений на их электродах, измеренные авометром типа Ц437 относительно «земли» при наличии биений между колебаниями генераторов, приведены на рис. 1. Если при включении миллилюксметра биения не возникают, проверяют работоспособность каждого генератора в отдельности, прослушивая его колебания с помощью радиоприемника на средневолновом диапазоне и подстраивая генераторы до получения биений. После этого вновь измеряют напряжения на электродах транзисторов и при необходимости регулируют их, подбирая сопротивления соответствующих резисторов.

Отключив фотодатчик от измерительного блока и установив ползунок переменного резистора R_{10} в среднее положение, подстраивают контуры генераторов до получения нулевых биений. Затем присоединяют затемненный фотодатчик поочередно к гнездам $Г_1$ и $Г_2$ и проверяют, можно ли восстановить нулевые биения, поворачивая движок резистора R_{10}. Пределы регулировки нулевых биений резистором R_{10} можно изменять, подбирая сопротивления резисторов R_9 и R_{11}. На этом налаживание миллилюксметра заканчивают и переходят к его градуировке.

В качестве источника света для градуировки миллилюксметра можно использовать лампу накаливания 2,5 *в*, 0,075 *а*. Светоотдача маломощных вакуумных ламп накаливания равна 0,8—1 *кд/вт*. С учетом несовпадения спектральной характеристики ФЭУ и спектра излучения лампы силу света последней можно принимать равной 0,16 *кд*. Лампу нужно питать номинальным напряжением от источника постоянного тока. Питание переменным током нежелательно, так как возникающие при этом пульсации светового потока затрудняют градуировку. Кроме лампы накаливания, в затемненном помещении, в котором производится градуировка, не должно быть других источников света.

Включив штеккер фотодатчика в гнездо $Г_1$ и закрыв отверстие тубуса светонепроницаемой крышкой, устанавливают нулевые биения. Затем снимают крышку и располагают фотодатчик так, чтобы ось тубуса была направлена на лампу. Перемещая фотодатчик, определяют расстояние между ним и лампой, при котором стрелка микроамперметра отклоняется на всю шкалу. Соответствующее значение освещенности рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{I}{R^2},$$

где E — освещенность, *лк*,

I — сила света лампы, *кд*,

R — расстояние между лампой и фотодатчиком, *м*.

Удаляя фотодатчик от лампы и вычисляя соответствующие значения E при различных показаниях микроамперметра, градуируют его шкалу в единицах освещенности.

Аналогично описанному выше производят градуировку миллилюксметра при больших освещенностях, для чего штеккер фотодатчика включают в гнездо $Г_2$.

Величины световых потоков, создающих известные значения освещенностей, определяются по формуле

$$Ф = ES,$$

где Ф — световой поток, *лм*,

E — освещенность, *лк*,

S — эффективная площадь фотокатода ФЭУ, $м^2$.

Эффективная площадь фотокатода может ограничиваться входным окном оптической системы. При указанных выше размерах тубуса фотодатчика ограничения не происходит и $S \approx 5 \cdot 10^{-4}$ $м^2$.

Полученные в результате градуировки значения освещенностей и световых потоков могут быть нанесены на шкалу микроамперметра. В случае применения малогабаритного микроамперметра лучше составить градуировочные таблицы или построить графики.

Эксплуатация

Измерения освещенностей и световых потоков производят так же, как и градуировку. Рекомендуется включать миллилюксметр за несколько минут до начала измерений, чтобы успел установиться электрический и температурный режим транзисторов.

В случае измерения периодически изменяющихся освещенностей или световых потоков, что может иметь место при питании источников света переменным током, миллилюксметр будет показывать среднее значение измеряемой величины. При этом тон биений, воспроизводимый телефоном, окажется промодулированным частотой пульсаций светового потока.

Наличие звукового контроля с помощью телефона существенно облегчает регистрацию кратковременных колебаний величины освещенности, поскольку они обнаруживаются по изменениям высоты тона биений, к которым слух весьма чувствителен.

Описанный миллилюксметр характеризуется высокой чувствительностью, экономичностью, малыми габарита-

ми и весом. Это позволяет рекомендовать его в качестве экономичного переносного прибора для измерения малых освещенностей и слабых световых потоков, а также физических величин, которые могут быть преобразованы в соответствующие значения освещенностей и световых потоков. Кроме основного назначения, измерительный блок миллилюксметра может быть использован в качестве вольтметра с высоким входным сопротивлением, а также для измерения слабых токов.

ЛИТЕРАТУРА

Бонч-Бруевич А. М. Применение электронных ламп в экспериментальной физике, изд. 4-е. М., ГИТТЛ, 1956.

Бонч-Бруевич А. М. Радиоэлектроника в экспериментальной физике. М., «Наука», 1966.

Ветчинкин А. Высокоомный вольтметр постоянного тока. «Радио», 1967, № 5, стр. 22—23.

Ринский В. Фотометр. «Радио», 1968, № 9, стр. 23.

Саммер В. Фотоэлементы в промышленности, пер. с англ. М.-Л., Госэнергоиздат, 1961.

Чечик Н. О. и др. Электронные умножители, изд. 2-е, М. ГИТТЛ, 1957.

Эберт Г. Краткий справочник по физике, пер. с нем. М., Физматгиз, 1963.

ЛЮБИТЕЛЯМ ТЕЛЕВИДЕНИЯ

ЭКОНОМИЧНЫЙ ТРАНЗИСТОРНЫЙ БЛОК СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ

Д. Бриллиантов

В последнее время в радиолюбительской и специальной литературе стали появляться описания портативных транзисторных телевизоров. Популярность их постоянно растет. Особенно большой интерес к ним проявляют радиолюбители. Действительно, портативный телевизор переносного типа обладает весьма существенными преимуществами по сравнению с ламповым. Основное из них состоит в возможности эксплуатации его в любых условиях, так как наличие батарейного источника питания устраняет необходимость пользоваться сетью переменного тока.

Однако это преимущество портативных телевизоров не всегда используется полностью. Например, портативные телевизоры типа «Юность» (см. «Радио», 1966, № 5) потребляют 10—15 *вт* от источника, емкость которого в лучшем случае составляет 3—4 *а·ч*. Это означает, что при напряжении питания 12 *в* и потребляемом токе 0,8—1,3 *а* телевизор может непрерывно работать всего 2,5—5 *час*, после чего необходима подзарядка аккумулятора от сети переменного тока.

При уменьшении потребляемой мощности портативный телевизор становится более компактным и легким, его эксплуатация упрощается и удешевляется, а надежность повышается.

Исследования энергетических параметров портативных телевизоров показали, что существуют возможности значительного уменьшения расхода энергии источника

питания. Наиболее существенные резервы экономии заложены в узле строчной развертки, потребляющем до 55—65% всей мощности. Поэтому тщательности отработки схемы и конструкции этого узла следует уделять особое внимание.

Методы проектирования высокоэкономичного узла строчной развертки в настоящей статье будут рассмотрены на примере модернизации телевизора «Юность» с целью повышения его экономичности. Модернизированная схема экономичного узла приведена на рис. 1.

Наиболее сильно узел строчной развертки нагружают три потребителя: выходной каскад с цепями управления, отклоняющие катушки и высоковольтный выпрямитель напряжения питания второго анода кинескопа. Остальные его цепи можно выполнить с достаточно малым потреблением энергии.

Расчеты показывают, что теоретически потребление мощности питания тремя нагрузками, перечисленными выше, для кинескопа 23ЛК9Б не должно превышать 2,0—2,5 *вт*. Результаты же измерений в узле строчной развертки телевизора «Юность» показывают, что потребляемая им мощность составляет примерно 7 *вт*. Это означает, что существуют бесполезные потери в выходном транзисторе узла и цепях управления, в ОС, ТВС и других деталях.

Мощность, выделяющаяся в выходном транзисторе типа КТ802 генератора строчной развертки телевизора «Юность», составляет примерно 3—4 *вт* для различных экземпляров транзисторов и практически прямо пропорциональна их сопротивлению насыщения, величина которого имеет значительный разброс. Из-за относительно небольшой величины коэффициента передачи тока в режиме насыщения и малого входного сопротивления транзистора КТ802 управляющий им сигнал должен иметь большую мощность. Это приводит к необходимости применения двухкаскадного предварительного усилителя, потребляющего энергию питания до 1,5—2 *вт*.

Для снижения потерь мощности в выходном и предварительном каскадах кремниевый транзистор КТ802 следует заменить германиевым диффузионным транзистором ГТ804, который имеет примерно те же граничную частоту, максимальный рабочий ток и пиковое напряжение. Так как сопротивление насыщения транзистора

3. 2—1216

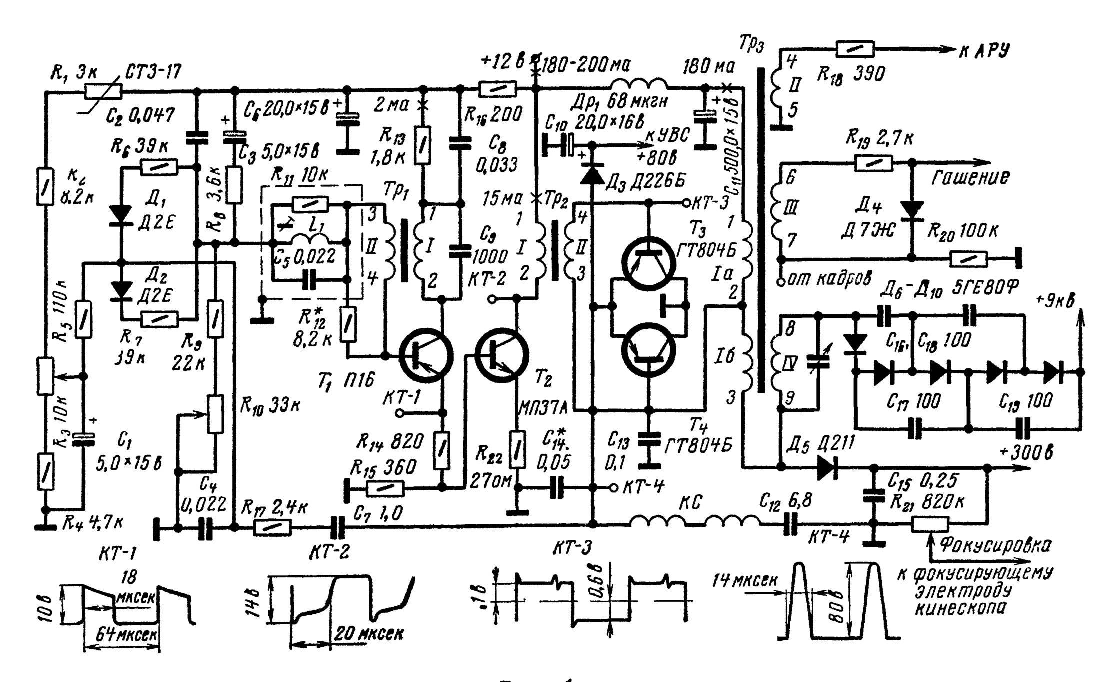

R1 3к
СТ3-17
C2 0,047
C6 20,0×15в
C3 5,0×15в
R6 39к
Д1 Д2Е
Д2 Д2Е
R7 39к
R9 22к
R10 33к
R5 110к
R3 10к
R4 4,7к
C1 5,0×15в
C4 0,022
R17 2,4к
C7 1,0
R11 10к
L1
C5 0,022
R*12 8,2к
Тр1
R13 1,8к
R16 200
C8 0,033
C9 1000
T1 П16
T2 МП37А
R14 820
R15 360
R22 27ом
C*14 0,05
+12в
180-200ма
Др1 68мкгн
C10 20,0×16в
к УВС
+80в
Д3 Д226Б
15ма
Тр2
T3 ГТ804Б
T4 ГТ804Б
C13 0,1
KC
C12 6,8
180ма
C11 500,0×15в
Тр3
R18 390
к АРУ
R19 2,7к
Гашение
Д4 Д7Ж
R20 100к
от кадров
Д6-Д10 5ГЕ80Ф
+9кв
C16, C18 100
C17 100
C19 100
Д5 Д211
+300в
C15 0,25
R21 820к
Фокусировка
к фокусирующему электроду кинескопа
КТ-1
КТ-2
КТ-3
КТ-4
10в
18 мксек
64 мксек
14в
20 мксек
1в
0,6в
14 мксек
80в

Рис. 1

ГТ804 примерно в десять раз меньше, чем КТ802, а коэффициент передачи тока вдвое выше, для введения германиевого транзистора в режим насыщения требуется мощность управляющего сигнала почти на порядок ниже и после соответствующего изменения коэффициента трансформации межкаскадного трансформатора и схемы потребление энергии предвыходным каскадом удается снизить приблизительно в 10 раз (до 0,1—0,15 *вт*), а мощность, выделяющуюся в транзисторе выходного каскада,— до 0,3—0,4 *вт* вместо прежних 3—4 *вт*.

При сравнительно небольшой мощности сигнала, необходимой для управления выходным транзистором, появляется возможность замены двухкаскадного предварительного усилителя однокаскадным, в результате чего значительно упрощается схема узла и повышается его надежность. В предоконечном каскаде такого усилителя можно применить маломощный транзистор типа МП37А (см. рис. 1). Несколько лучшие результаты дает применение транзистора типа КТ315.

Потери в демпферном диоде пропорциональны его прямому сопротивлению. Измерения показали, что мощность, рассеиваемая в демпферном диоде Д302 телевизора «Юность», составляет 0,5—0,7 *вт*. Замена этого диода на транзистор ГТ804, коллекторный переход которого выполняет роль демпферного диода, снизила рассеиваемую мощность до 0,2 *вт*. Почти такой же выигрыш дает включение в качестве демпфера диода Д304, прямое сопротивление которого в два раза меньше прямого сопротивления Д302.

Потери в конденсаторе, включенном в телевизоре «Юность» параллельно демпферному диоду и определяющем длительность обратного хода строчной развертки, несмотря на небольшую емкость его (0,1—0,15 *мкф*), также довольно велики (0,3—0,5 *вт*). При использовании слюдяных конденсаторов (C_{13} и C_{14} на рис. 1) с добротностью 1000—3000 потери в них понижаются до нескольких сотых долей ватта. Следует отметить, что из-за низкой добротности совершенно недопустимо использовать для этих целей металлобумажные конденсаторы типа БМ, МБМ и др., так как потери в них могут достигнуть одного и более ватт. По этой же причине в качестве разделительного конденсатора C_{12}, включенного

последовательно со строчными отклоняющими катушками, нельзя использовать конденсаторы типа МБГО. Рекомендуется использовать только конденсаторы типа К-42П. В противном случае мощность, потребляемая узлом строчной развертки, увеличится на 0,3—0,5 *вт*.

С энергетической точки зрения не рекомендуется также присоединять отклоняющие катушки к выходному каскаду по автотрансформаторной схеме, как это сделано в телевизоре «Юность». Исследования показали, что в такой схеме значительны потери в первичной обмотке строчного трансформатора (около 0,2 *вт*). Использование дроссельной схемы подключения (см. рис. 1) позволило снизить потери в первичной обмотке приблизительно до 0,1 *вт*.

Дополнительно потери мощности в обмотках и сердечнике строчного трансформатора можно снизить путем правильного выбора числа витков первичной обмотки (рис. 1, $Тр_3$, обмотка с выводами *1*—*2*). В телевизоре «Юность» первичная обмотка содержит 46 витков, при этом потери в сердечнике типа ПК 12×24 составляют примерно 0,7 *вт*. Как известно, потери в сердечнике зависят от величины магнитной индукции в нем. С ее ростом потери сначала возрастают медленно, а затем очень быстро. В связи с этим для каждого типа сердечника существует максимально допустимая величина магнитной индукции ($B_{м\ макс}$), превышение которой ведет к резкому возрастанию потерь. Величину магнитной индукции можно снизить путем увеличения числа витков первичной обмотки. Расчеты и экспериментальные исследования показывают, что при использовании сердечника типа ПК 12×24 экономичный режим, когда $B_м < B_{м.макс}$, будет выполнен в том случае, если количество витков первичной обмотки составит не менее 90—100. При таком числе витков обмотки *1*—*2* трансформатора $Тр_3$ потери в сердечнике с 0,7 *вт* уменьшаются почти до 0,15 *вт*.

В узле, схема которого изображена на рис. 1, выходной строчный трансформатор (ТВС) $Тр_3$ выполнен на сердечнике *1* (см. рис. 2) ОШ7×7 из феррита марки 2000НМ с удаленным средним стержнем. Обмотки расположены на цилиндрическом каркасе *2*, выточенном из органического стекла. Намоточные данные приведены в таблице. Обмотки на каркасе расположены в следующем

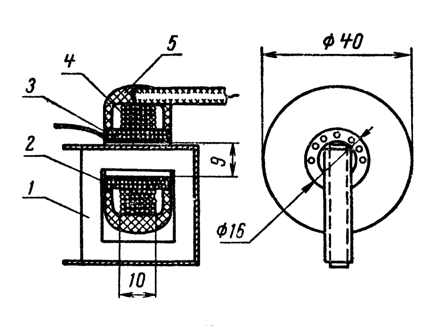


Рис. 2

порядке по номерам выводов: *1—2*, *2—3*, *4—5*, *6—7*. Между слоями обмоток прокладывают тонкую папиросную бумагу. После окончания намотки этих обмоток (*3*) их изолируют двумя слоями триацетатной пленки и наматывают высоковольтную обмотку *4*. Выполнять высоковольтную обмотку следует очень тщательно. Ее наматывают виток к витку, наблюдая, чтобы не было сползания витков и перекрытия слоев. Между слоями прокладывают конденсаторную бумагу толщиной 20—30 *мкм*. Для повышения электрической прочности ТВС после намотки высоковольтной

Таблица

Обозначение	Сердечник	Номер обмотки	Номер вывода	Число витков	Провод	Порядок намотки
L_1		—	—	600	ПЭВ-1 0,19	
Tp_1	ОШ4×4, феррит 2000НМ2	*I*	1—2	80	ПЭВ-1 0,12	обмотка *II* сверху
		II	3—4	400	ПЭВ-1 0,12	обмотки *I*
Tp_2	ОШ4×8, феррит 2000НМ2	*I*	1—2	240	ПЭВ-2 0,12	обмотка *I* сверху обмотки *II*
		II	3—4	20	ПЭВ-2 0,43	
Tp_3	ОШ7×7, феррит 2000НМ2	*I а*	1—2	120	ПЭВ-2 0,43	см. текст
		I б	2—3	330	ПЭВ-2 0,12	
		II	4—5	30	»	
		III	6—7	100	»	
		IV	8—9	2500	ПЭВ-2 0,08	

Примечание. Катушку L_1 наматывают способом «Универсаль» или внавал шириной 10 *мм* на каркасе диаметром 6 *мм* и настраивают сердечником диаметром 4 *мм* из феррита 2000НМ. Каркасы трансформаторов Tp_1, Tp_2 из тонкого прессшпана, трансформатора Tp_3 — из органического стекла.

катушки все обмотки нужно пропитать парафином и покрыть эпоксидной смолой *5*.

Для питания второго анода кинескопа 23ЛК9Б высоковольтный выпрямитель должен обеспечить напряжение 9 *кв* при максимальном токе луча 65 *мка*. Таким образом, можно подсчитать, что на питание анода кинескопа расходуется примерно 0,6 *вт*. В действительности из-за потерь в высоковольтной катушке и выпрямителе потребляемая мощность оказывается почти вдвое большей. Потери в высоковольтной катушке ТВС прямо пропорциональны второй степени напряжения на них. Поэтому для уменьшения потерь целесообразно уменьшать количество витков высоковольтной катушки. Однако в этом случае для обеспечения заданного высокого напряжения оказывается необходимым использовать в высоковольтном выпрямителе схемы многократного умножения напряжения.

В узле, схема которого показана на рис. 1, использован высоковольтный выпрямитель с пятикратным импульсным умножением на пяти селеновых вентилях $Д_6$—$Д_{10}$. Суммарное количество селеновых шайб в столбиках определяется величиной выпрямленного напряжения и не зависит от кратности умножения. Поэтому при увеличении последней потери на прямых сопротивлениях вентилей не возрастают, а суммарные потери ввиду понижения напряжения на высоковольтной катушке падают. Другим существенным преимуществом применения в высоковольтном выпрямителе селеновых вентилей является отсутствие цепей накала, что позволяет значительно упростить конструкцию ТВС и повысить экономичность генератора. Отметим, что в телевизоре «Юность» на цепи накала высоковольтных кенотронов расходуется мощность около 0,8 *вт*.

Одним из наиболее сложных узлов генератора строчной развертки, во многом определяющим его экономичность, является отклоняющая система (ОС). При конструировании малогабаритной отклоняющей системы, работающей с максимальной эффективностью, необходимо учитывать такие факторы, как краевые явления, неравномерность распределения магнитного поля, влияние материала и конфигурации ферритового сердечника, степень заполнения намоткой окна сердечника. При оптимальном выборе всех параметров ОС можно значитель-

но повысить ее к. п. д. и снизить бесполезные потери мощности.

На рис. 3, *а* приведен конструктивный чертеж ОС телевизора «Юность». Строчные катушки в этой ОС имеют

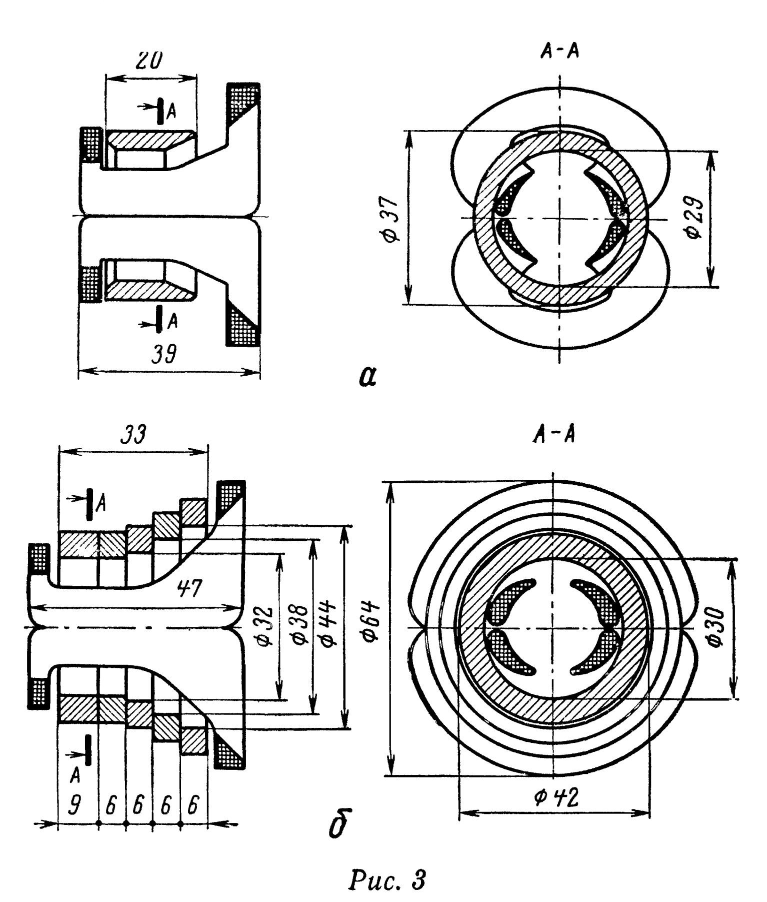


Рис. 3

седлообразную форму, содержат по 24 витка каждая и намотаны жгутом, состоящим из восьми жил провода ПЭВ-2 0,3 *мм*. Сердечник ОС имеет цилиндрическую форму. Индуктивность строчных катушек равна примерно 100 *мкгн,* а сопротивление постоянному току — 0,25 *ом*. Потери в них составляют 1,2—1,4 *вт,* в то время

как теоретически ожидаемая величина не превышает 0,6 *вт*. Это объясняется тем, что сопротивление катушек переменному току строчной частоты примерно в 2—3 раза выше сопротивления постоянному току.

Действенным способом уменьшения сопротивления строчных катушек переменному току является намотка жгутом с большим количеством жил тонкого провода. Исследования показывают, что при увеличении числа жил добротность катушек сначала возрастает, а затем падает из-за уменьшения коэффициента заполнения. Оптимальное количество жил, соответствующее максимальной добротности, равно примерно 50—80. При этом диаметр провода каждой жилы соответственно уменьшается до 0,1—0,13 *мм*.

Конструктивно эффективность отклоняющей системы можно повысить, применяя сердечник сложной конфигурации, набранный из ферритовых колец 600НН различных типоразмеров (рис. 3, *б*). Внутренний диаметр колец цилиндрической части составного сердечника при диаметре горловины кинескопа 20 *мм* должен быть равен 30—31 *мм*. В этом случае строчные катушки наматывают жгутом из 60 жил провода диаметром 0,13 *мм*. Длина цилиндрической части сердечника, обусловленная отсутствием тени горловины, равна примерно 20 *мм*. Если примененный кинескоп имеет угол отклонения луча 90°, длину расширяющейся части сердечника не следует брать больше диаметра его горловины. При этом, правда, несколько понижается эффективность ОС, однако это понижение с лихвой компенсирует существенное повышение эффективности вследствие резкого уменьшения сопротивления постоянному току (примерно до 0,15 *ом*) и небольшого отличия сопротивления переменному току от сопротивления постоянному току (всего на 5—8%). Потери мощности в строчных катушках вследствие этих мер снижаются до 0,15—0,2 *вт*.

Диаметр колец расширяющейся части сердечника постепенно увеличивается, повторяя форму перехода от горловины к колбе кинескопа. После подбора и возможной доводки размеров путем обточки колец их склеивают между собой и после сушки раскалывают вдоль на две равные половины. Для получения гладкой поверхности неровности обеих половин заполняют эпоксидной смолой.

Сначала на половинах сердечника наматывают кадровые тороидальные катушки. Строчные катушки наматывают на специальной оправке (рис. 4, *а*), состоящей из двух частей: верхней направляющей колодки *1* и основания *2*. Их соединяют между собой четырьмя винтами. Оправку в сборе (рис. 4, *в*, *г*) закрепляют, в соответствующем месте кинескопа (*3*) 23ЛК9Б (рис. 4, *а*, *б*)

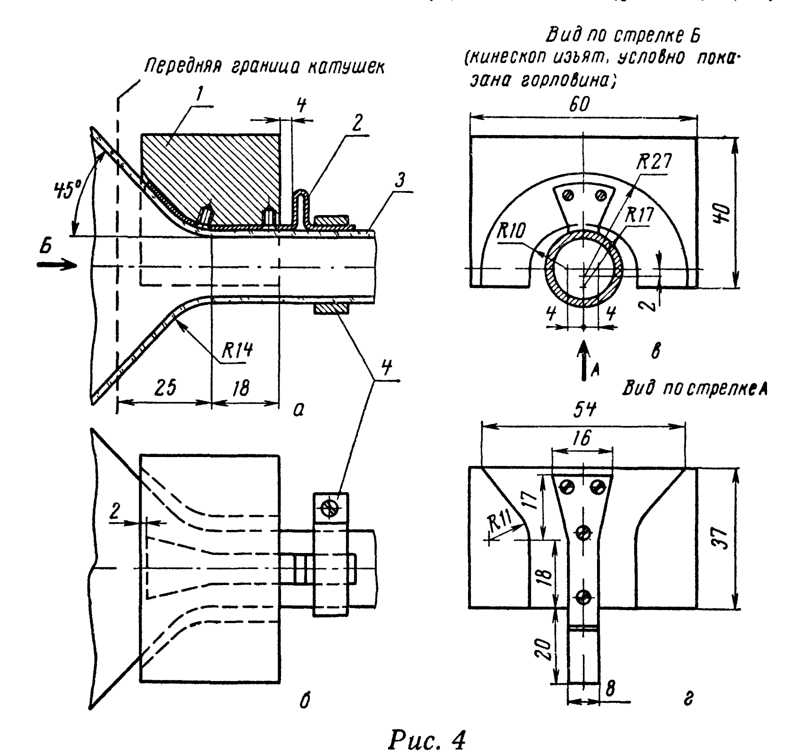


Рис. 4

специальным зажимом *4*, после чего наматывают катушки предварительно подготовленным жгутом. Внутренней колодкой оправки служит сам кинескоп, что позволяет точно воспроизвести форму его плавного перехода. Верхняя направляющая оправка задает косинусоидальное распределение витков в продольных участках катушек. После намотки 24 витков оправку снимают, катушку пропитывают клеем БФ-2 и затем высушивают при не-

высокой температуре. Каждый проводник концов жгута катушки следует тщательно зачистить и облудить. После этого строчные катушки устанавливают в сердечнике, последний стягивают скобой и ОС устанавливают на кинескопе. Сзади ее фиксируют гильзой с центрирующими кольцами, взятой от ОС телевизора «Юность».

Применение ТВС, ОС и схемы узла строчной развертки в соответствии с рекомендациями настоящей статьи позволяет снизить потребление энергии выходным каскадом строчной развертки до 2,0—2,3 *вт*. При этом предвыходной каскад узла на транзисторе T_2 потребляет от источника питания ток около 15 *ма* (мощность примерно 0,2 *вт*), а задающий блокинг-генератор на транзисторе T_1 — всего 2 *ма* (0,024 *вт*). Таким образом, полное потребление мощности узлом строчной развертки не превышает 2,5 *вт*. Применяя экономичные узлы строчной и кадровой разверток, а также усилителя НЧ, можно понизить общую мощность, потребляемую телевизором на кинескопе 23ЛК9Б, до 4 *вт*. Такой экономичный телевизор может непрерывно работать от аккумулятора емкостью 3 *а · ч* примерно 10 *час* вместо прежних трех часов, что весьма существенно для портативных телевизоров.

Конструктивно узел строчной развертки выполнен в виде отдельного блока. Основной монтаж его сделан на печатной плате размерами 135×115 *мм*. На этой плате закреплен также блок высоковольтного выпрямителя. Его конструкция показана на рис. 5. В коробке размерами 75×53×14 *мм* из листового оргстекла смонтированы селеновые столбики и высоковольтные конденсаторы. После присоединения входного и выходного выводов и опробования выпрямителя все его детали заливают эпоксидной смолой. Во избежание ошибок в монтаже следует пом-

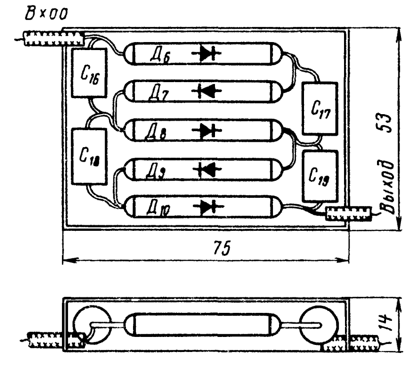


Рис. 5

нить, что красной краской у селеновых вентилей помечен катод.

В узле использованы резисторы типа МЛТ-0,25 (можно использовать также резисторы других типов с допустимой рассеиваемой мощностью не менее 0,25 *вт*), электролитические конденсаторы типа К50-6 на рабочее напряжение 15 *в*, кроме конденсатора C_{10}, рабочее напряжение которого не должно быть меньше 100 *в*. Постоянные конденсаторы, кроме C_{13}, C_{14}, C_{12}, C_{16}—C_{19} — типов БМ-2 или К-74. Высоковольтные конденсаторы C_{16}—C_{19} типа КВИ. Потенциометры R_{10} грубой регулировки частоты и R_{21} фокусировки типа СПЗ-1б установлены на плате.

Настраивают генератор строчной развертки следующим образом. Движок потенциометра R_3 ставят в среднее положение. При отключенной цепи питания выходного каскада и замкнутом накоротко стабилизирующем контуре L_1, C_5 грубым регулятором частоты R_{10} по временным меткам осциллографа устанавливают номинальную частоту развертки 15 625 *гц*. Затем размыкают стабилизирующий контур и подают напряжение питания на выходной каскад узла. Перемещая сердечник катушки L_1 и следя за изображением на экране кинескопа, добиваются, чтобы оно не было смещено по горизонтали в какую-либо из сторон. Если стабилизирующий контур настроен точно, строчная синхронизация срывается только в крайних положениях движка потенциометра R_3. При настройке нужно следить, чтобы параметры импульсов в контрольных точках КТ-1 — КТ-4 соответствовали приведенным на рис. 1.

Максимальное высокое напряжение получают, настраивая высоковольтную катушку ТВС на третью гармонику строчной частоты при помощи конденсатора переменной емкости C_{20}. Этот конденсатор изготовляют из тонкостенной латунной трубки диаметром 4 и длиной 120 *мм* и отрезка высоковольтного провода ПВТФ с наружным диаметром 3,6 *мм*. Емкость конденсатора C_{14} подбирают так, чтобы длительность импульсов обратного хода на контрольной точке КТ-4 составляла 13—14 *мксек*. Необходимую длительность импульсов блокинг-генератора можно получить, подбирая сопротивление резистора R_{12}.

ЭЛЕКТРОАКУСТИКА

ДВУХКАНАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НЧ С РЕВЕРБЕРАТОРОМ

В. Дианов, М. Дианов

Усилитель предназначен для работы от трех динамических микрофонов, соло-гитары, ритм-гитары и электрооргана. Как показал опыт, включение в этот же усилитель бас-гитары заметно снижает качество звучания из-за интермодуляционных искажений в акустической системе.

Реверберагор собран на основе магнитной приставки «Нота». На него можно подавать сигналы от микрофонов и соло-гитары.

Достоинствами усилителя являются простота схемы и налаживания, отсутствие дефицитных деталей, надежность и удобство в эксплуатации.

Чувствительность усилителя с микрофонных входов 5 *мв*, с входов для гитар и ревербератора — 40 *мв*, неравномерность частотной характеристики в рабочем диапазоне частот 60—16 000 *гц* — 1,5 *дб*. Коэффициент нелинейных искажений для каждого канала при его выходной мощности 20 *вт* на частотах: 60 *гц* — 2%, 1000 *гц* — 1,5%.

Принципиальная схема усилителя

Усилитель (см. рис. 1) состоит из двух блоков: оконечного усилителя и микшерного усилителя. Оконечный усилитель имеет два канала усиления мощностью 20 *вт* каждый. Выходные каскады обоих каналов выполнены

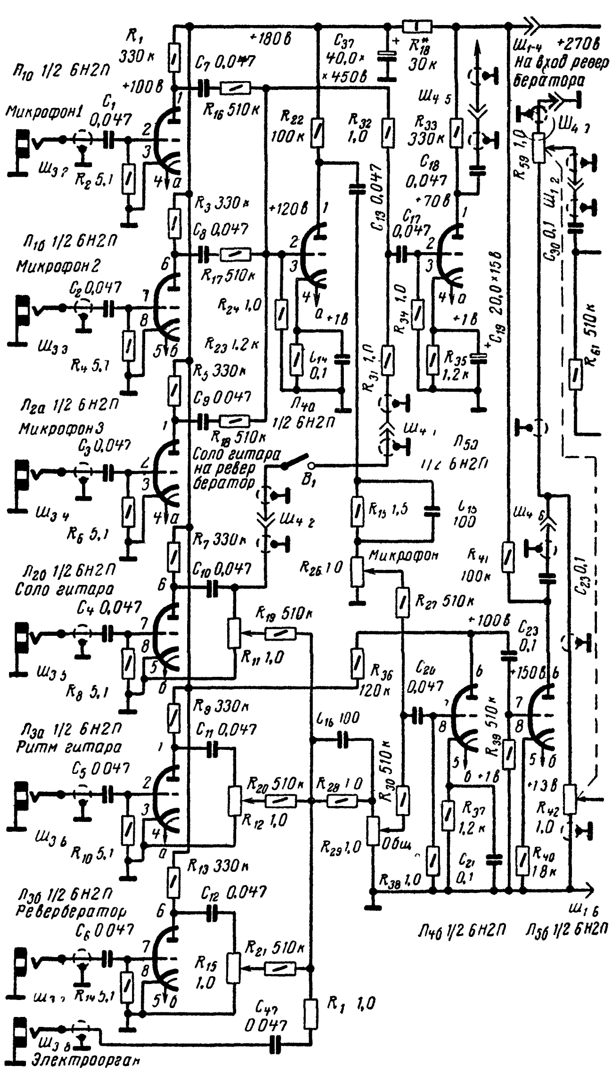
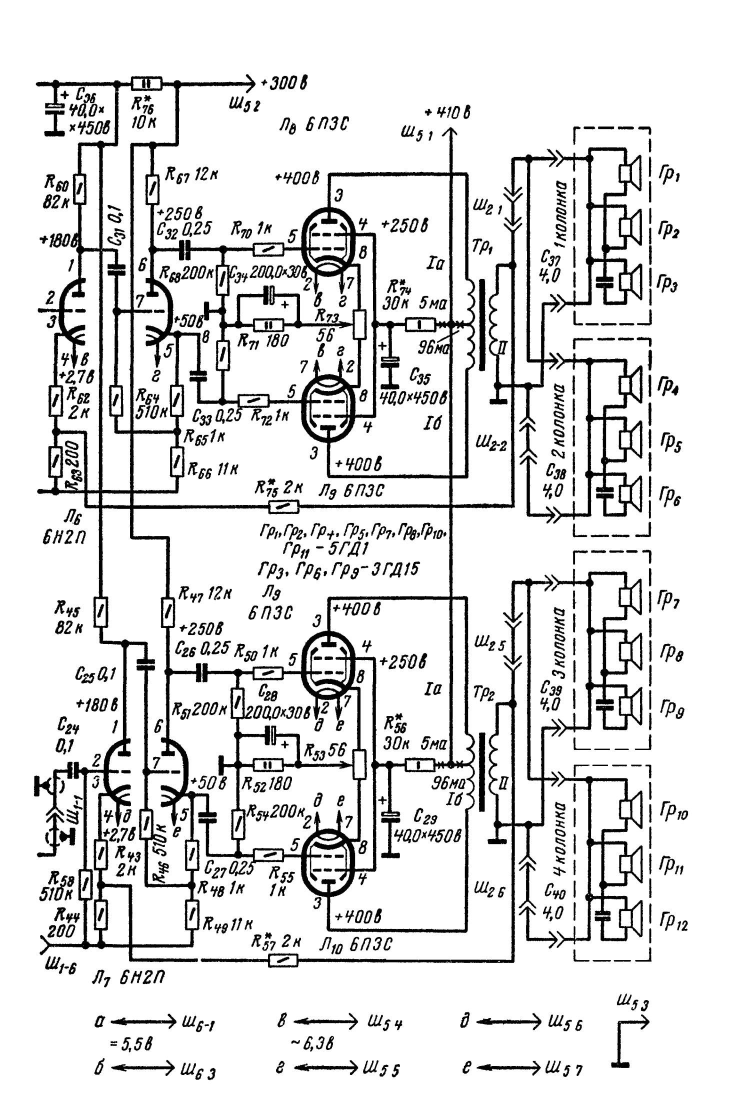


Рис. 1



по двухтактной схеме на лампах $Л_8$, $Л_9$ и $Л_{10}$, $Л_{11}$ и работают в классе $АВ_1$. Каскады микшерного усилителя собраны на лампах $Л_1$—$Л_5$.

Микрофонные входы имеют один общий для всех трех микрофонов регулятор громкости (R_{26}), а входы соло-гитары, ритм-гитары, ревербератора — отдельные регуляторы громкости (R_{11}, R_{12}, R_{15}) и общий регулятор громкости для этих входов и входа «Электроорган» (R_{29}).

Сигналы микрофонов $Мк_1$, $Мк_2$, $Мк_3$ усиливаются соответственно в каскадах на триодах $Л_{1а}$ $Л_{1б}$, $Л_{2а}$ и затем поступают на триод $Л_{4а}$, где смешиваются. Смешанный усиленный сигнал подается на сетку триода $Л_{4б}$.

Сигналы от соло-гитары, ритм-гитары и ревербератора усиливаются соответственно триодами $Л_{2б}$, $Л_{3а}$, $Л_{3б}$ и подаются непосредственно, минуя промежуточный каскад на триоде $Л_{4а}$, также на сетку триода $Л_{4б}$. После этого триода сигналы от всех источников усиливаются совместно.

На лампе $Л_{5а}$ собран усилительный каскад, с которого подается сигнал на вход ревербератора от микрофонов и при необходимости от соло-гитары (с помощью выключателя $В_1$). Схема каскада построена так, что на ревербератор можно подавать от соло-гитары сигнал, уровень которого не зависит от положения движка потенциометра R_{11}. Определенное соотношение между уровнями сигналов микрофонов и соло-гитары, поступающими на ревербератор, можно установить, вращая регулятор громкости, расположенный на гитаре.

Цепи частотной коррекции R_{23}, C_{14}, R_{25}, C_{15}, R_{28}, C_{16}, R_{37}, C_{21} позволяют подчеркнуть высшие звуковые частоты.

После усиления в каскаде на триоде $Л_{5б}$ сигналы всех источников поступают на входы двух каналов оконечного усилителя через спаренный потенциометр *«Баланс»* R_{42}, R_{59}, с помощью которого добиваются желаемого соотношения уровней громкости каналов друг относительно друга. Этот потенциометр надо включить так, чтобы при увеличении громкости одного канала громкость другого канала уменьшалась. Далее схемы обоих каналов аналогичны. Каждый канал состоит из каскадов предварительного усиления на триодах $Л_{6а}$ ($Л_{7а}$), фазоинверсного с разделенными нагрузками на

триодах $Л_{6б}$ ($Л_{7б}$) и выходного на лампах $Л_8$, $Л_9$ ($Л_{10}$, $Л_{11}$). Каждый канал охвачен отрицательной обратной связью по напряжению, глубина которой регулируется с помощью резисторов R_{75} и R_{57}, сопротивление которых зависит от качества выполнения выходных трансформаторов.

Блок питания усилителя (рис. 2) содержит два выпрямителя: двухполупериодный для питания анодных и

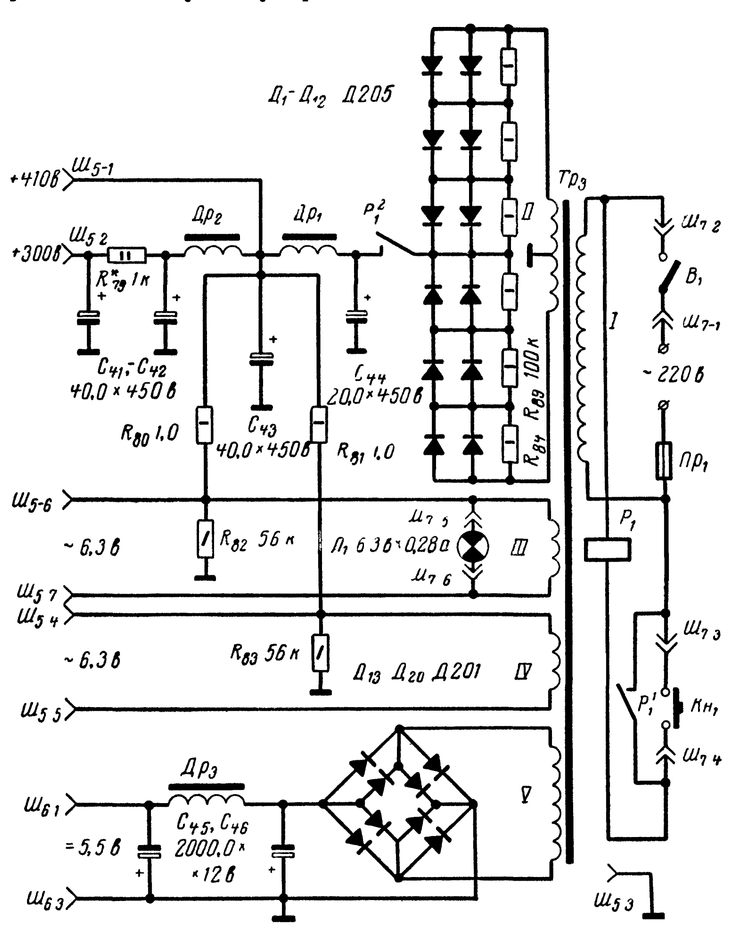


Рис. 2

экранных цепей на диодах $Д_1$—$Д_{12}$ и мостовой для питания нитей накала ламп $Л_1$—$Л_5$ микшерного усилителя на диодах $Д_{13}$—$Д_{20}$. Каких-либо особенностей выпрямители не имеют.

Конструкция усилителя

Усилитель размещен в стальном кожухе размерами 560×280×280 *мм*. Входные штепсельные разъемы, в качестве которых применены двухконтактные телефонные штепсели, расположены на левой стенке кожуха вертикально в ряд. Когда входной штеккер вынут из гнезда, его контакты замыкают накоротко соответствующий вход. Это устраняет наводки на неиспользуемый вход

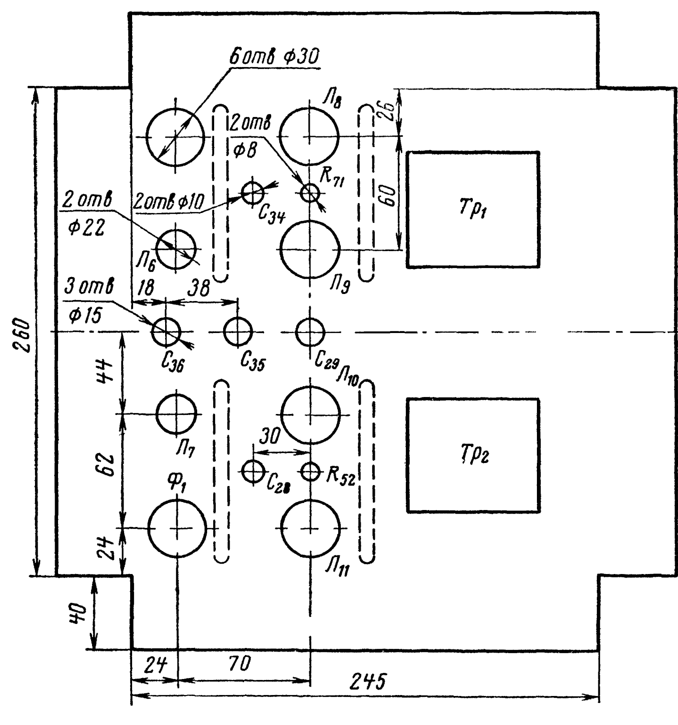


Рис. 3

при работе усилителя. Все органы управления усилителем расположены на передней панели, изготовленной из алюминия толщиной 3 *мм*. На левой стенке кожуха также располагается телефонное штепсельное гнездо для подключения входа ревербератора. На правой стенке размещены четыре зажима для подключения звуковых колонок.

Выходные каскады обоих каналов, фазовращатели и каскады предварительного усиления (лампы $Л_6$, $Л_7$) собраны на шасси из алюминия толщиной 3 *мм* размерами 260×245×40 *мм* (рис. 3). Резисторы и конденсаторы каскадов смонтированы на лепестках ламповых панелей и монтажных планках (расположение планок показано на рис. 3 пунктиром).

Входные трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ выполнены на сердечниках из пластин Ш30 (сталь Э320 толщиной 0,35 *мм*), пакет 45 *мм* (от силовых трансформаторов для телевизоров «Рекорд» или «Воронеж»). Обмотки трансформаторов секционированы для уменьшения их потоков рассеивания. Расположение секций на каркасе выходного трансформатора и схема их включения даны на рис. 4, а намоточные данные — в табл. 1. Для оптималь-

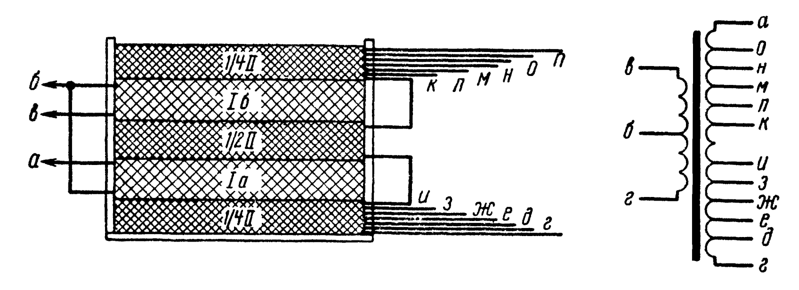


Рис. 4

ного согласования выхода усилителя с звуковыми колонками обмотка *II* выполнена с отводами.

Микшерный усилитель на лампах $Л_1$—$Л_5$ собран в отдельном закрытом со всех сторон корпусе из алюминия толщиной 3 *мм* и размерами 200×120×45 *мм* (рис. 5). Монтаж этого усилителя аналогичен монтажу выходного блока. Ламповые панели для ламп $Л_1$—$Л_5$ должны обязательно иметь экранирующие колпаки. Для

получения минимальных наводок переменного тока центральные лепестки ламповых панелей, выводы внутреннего экрана лампы (9-й лепесток панели) и заземляемые выводы резисторов утечки должны быть соединены с общей шиной, которая связана с шиной выходного блока отдельным проводом. Шину присоединяют к шасси микшерного усилителя в одной точке, которую находят экспериментально.

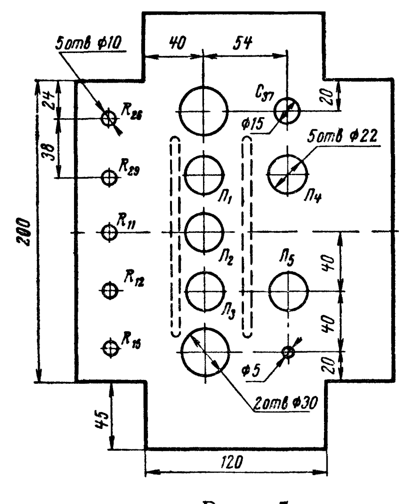


Рис. 5

Шасси микшерного усилителя изолировано от общего кожуха. Его прикрепляют к передней панели усилителя с помощью изолирующих прокладок. Если это условие не будет выполнено, в громкоговорителях будет слышен сильный фон переменного тока.

Блок питания собран на отдельном шасси из алюминия толщиной 3 *мм* и размерами 260×180×40 *мм*

Таблица 1

Номер обмотки	Обозначение выводов	Число витков	Провод
I а	*а—б*	1600	ПЭВ-1 0,2
I б	*б—в*	1600	ПЭВ-1 0.2
II	*г—д*	1	ПЭВ-1 1,95
	д—е	1	»
	е—ж	1	»
	ж—з	1	»
	з—и	1	»
	и—к	18	»
	к—л	1	»
	л—м	1	»
	м—н	1	»
	н—о	1	»
	о—п	1	»

(рис. 6). Включение накала ламп усилителя и питания анодов осуществляется отдельно выключателем $В_1$ и кнопкой $Кн_1$ для того, чтобы электролитические конденсаторы фильтра не пробились при включении усилителя, пока катоды его ламп еще не разогрелись. Сначала включают выключатель $В_1$ и через 1—1,5 *мин* нажимают кнопку $Кн_1$. После нажатия кнопки срабатывает реле $Р_1$. Его контакты $КР_1^1$, замыкаясь, блокируют кнопку $Кн_1$, а через замкнувшиеся контакты $КР_1^2$ подается питание на аноды ламп усилителя.

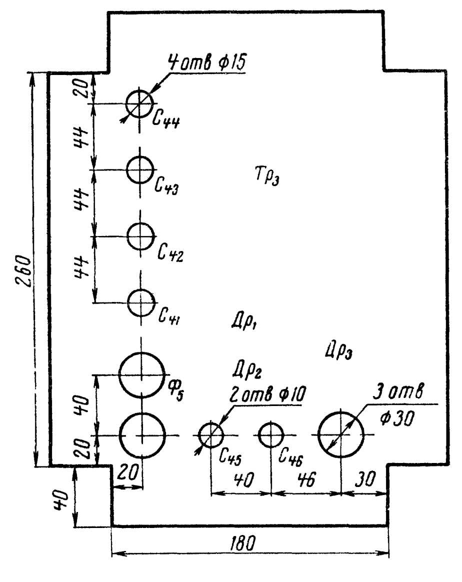


Рис. 6

В качестве $Р_1$ можно применить любое реле переменного тока на напряжение 220 *в* с двумя парами нормально разомкнутых контактов.

Трансформ а т о р $Тр_3$ выполнен на сердечнике из пластин Ш40, толщина набора 80 *мм*. Обмотка *I* содержит 530 витков провода ПЭЛ 0,64, обмотка *II* — 2×900 витков провода ПЭЛ 0,35, обмотки *III* и *IV* — по 15 витков провода ПЭЛ 1,3, обмотка *V* — 36 витков провода ПЭЛ 1,0. Данные дросселей $Др_1$ — $Др_3$ сведены в табл. 2.

Таблица 2

Обозначение по схеме	Сердечник	Число витков	Провод
$Др_1$	Ш20×35	2000	ПЭЛ 0,31
$Др_2$	Ш20×35	3000	ПЭЛ 0,2
$Др_3$	Ш28×35	1000	ПЭЛ 0,64

С помощью делителей напряжения R_{80}—R_{82} и R_{81}—R_{83} на накал ламп подается потенциал +25 *в* относительно шасси, что в значительной степени устраняет фон переменного тока.

Шасси усилителя соединены между собой, а также с органами управления, входными и выходными гнездами при помощи семи одинаковых штепсельных разъемов, состоящих из октальных ламповых панелей и восьмиштырьковых ламповых цоколей, используемых совместно со стальными баллонами неисправных металлических ламп. Чтобы припаять соединительные проводники к ламповому цоколю, поступают следующим образом: разъединяют металлический баллон и цоколь лампы, удаляют проводники, идущие к ножкам лампы, и содержимое баллона, сверху него просверливают отверстие диаметром 6—7 *мм,* пропускают через это отверстие жгут соединительных проводников, припаивают их концы к соответствующим ножкам цоколя и завальцовывают баллон на цоколе.

На принципиальной схеме все штепсельные разъемы обозначены буквами *Ш* с индексом, после которого следует цифра (например $Ш_{4-5}$). Индекс означает номер

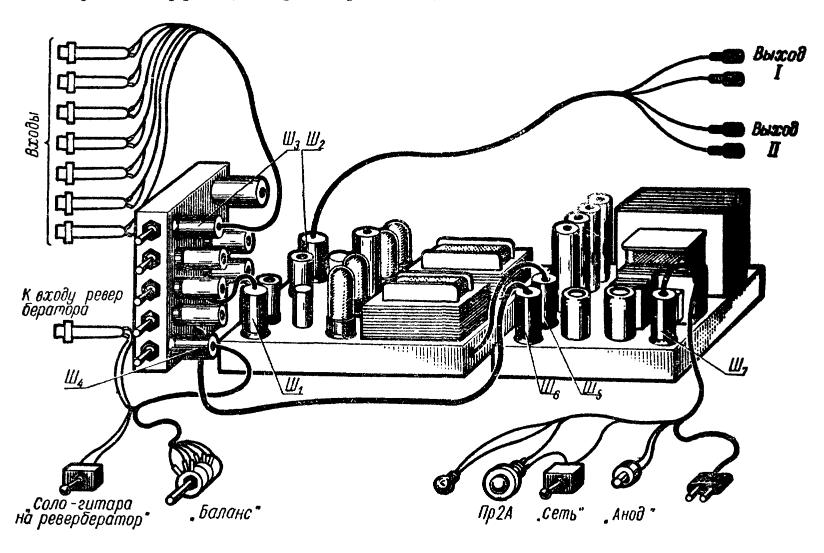


Рис. 7

разъема, а цифра через тире после индекса — номер ножки лампового цоколя или гнезда панели. Расположение блоков усилителя в общем кожухе и соединение их между собой показано на рис. 7. Применение штепсельных разъемов позволяет при необходимости легко вынуть любой блок. Это намного облегчает налаживание и ремонт усилителя.

Акустический агрегат, примененный с описываемым усилителем, состоит из четырех одинаковых звуковых колонок размерами 1100×400×250 *мм* с глухими задними стенками (рис. 8). В каждой колонке установлены

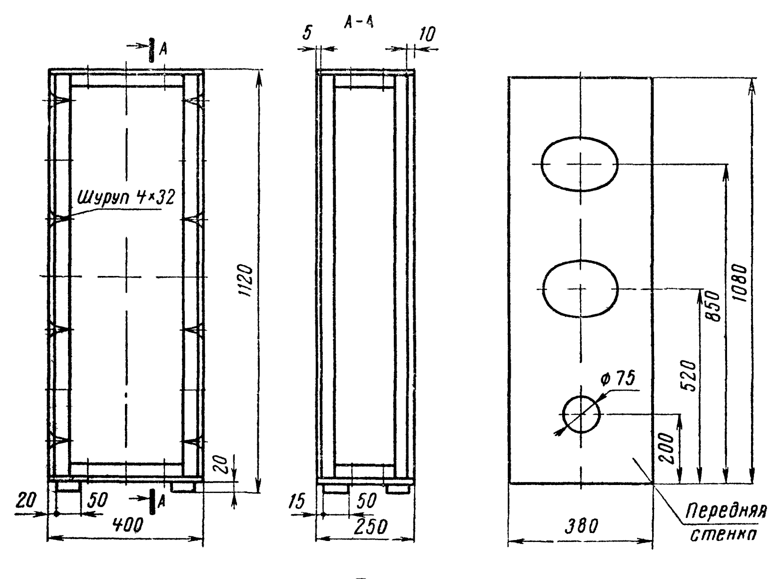


Рис. 8

два громкоговорителя 5ГД-1 и один 3ГД-15, прикрытый сзади жестяным колпаком. Высокочастотный громкоговоритель 3ГД-15 размещен внизу колонки. При выступлении с эстрады он будет расположен приблизительно на уровне головы сидящего слушателя.

На изготовление звуковых колонок следует обратить особое внимание, так как от тщательности их исполнения будет зависеть качество воспроизведения звука.

Громкоговорители 5ГД-1, находящиеся в одной звуковой колонке, необходимо подбирать так, чтобы резонансные частоты их подвижных систем отличались друг от друга на 15—25 *гц*. Для определения этих частот громкоговоритель присоединяют к звуковому генератору через резистор сопротивлением 100 *ом* и параллельно выводам звуковой катушки устанавливают ламповый вольтметр. Затем от генератора подают напряжение частотой 150 *гц* и напряжением 200 *мв*, медленно перестраивают генератор в сторону уменьшения частоты до тех пор, пока не будет достигнут максимум показания вольтметра, и отмечают частоту, на которую будет в это время настроен звуковой генератор. Эта частота и является для подвижной системы громкоговорителя резонансной.

Футляр колонки изготовляют из 10-*мм*, а заднюю стенку — из 5-*мм* фанеры. Его собирают при помощи деревянных брусков сечением 30×30 *мм*, которые сначала приклеивают столярным клеем, а затем привинчивают шурупами. Для устранения возможного дребезжания колонки при достаточно большой отдаваемой мощности рекомендуется между брусками и передней стенкой, а также задней стенкой положить прокладки из резины толщиной 1,5—2 *мм*. Переднюю стенку обтягивают радиотканью и по краям ее привинчивают шурупами декоративные планки шириной 20 *мм*.

Для фазирования громкоговорителей внутри каждой колонки и колонок обоих каналов между собой применяют батарею 3336Л, которую подключают к звуковой катушке так, чтобы она втянулась внутрь зазора в магните, и делают отметку у вывода, с которым был соединен положительный полюс батареи. Таким образом обозначают выводы катушек всех громкоговорителей. Затем отмеченные выводы громкоговорителей в каждой колонке соединяют между собой и подключают к незаземленным выводам вторичных обмоток соответствующих выходных трансформаторов.

Колонки подключают к симметричным отводам обмоток *II* выходных трансформаторов $Тр_1$ и $Тр_2$ (например, *и—к*, или *з—л*, или *ж—м* и т. д.) с помощью однополюсных штепсельных вилок. Чтобы колонки всегда работали синфазно, после фазирования их вилки и соответствующие гнезда необходимо пометить и вставлять каждую всегда в одно и то же гнездо.

Громкоговорители 5ГД-1 помещают в чехол из плотной ткани, а весь свободный объем колонки заполняют звукопоглощающим материалом (поролоном, стекловатой). На ножки колонки набивают резиновые пластины толщиной 4—5 *мм* для уменьшения связи между колонками и микрофонами через пол. Вес каждой колонки около 18 *кг*.

Налаживание усилителя

Для налаживания усилителя необходим звуковой генератор, осциллограф и ламповый вольтметр переменного тока любых типов.

Налаживание начинают с тщательной проверки монтажа. После окончания ее вынимают лампы $Л_6$ и $Л_7$, включают усилитель и проверяют работу выпрямителя, измеряя как анодные напряжения, так и напряжения накала на его выходе.

Затем налаживают оконечные каскады. Прежде всего подбирают две пары ламп 6П3С. В каждой паре лампы должны иметь одинаковые анодные токи в статическом режиме. Их определяют следующим образом. В цепь анода одной какой-либо лампы 6П3С включают миллиамперметр на 120 *ма*. Вторую лампу 6П3С этого канала вынимают. Включив усилитель, измеряют анодные токи ламп, поочередно вставляемых в панель, к которой присоединен миллиамперметр. Записывать показания миллиамперметра следует после того, как с момента включения лампы пройдет не менее четырех минут, то есть тогда, когда лампа войдет в нормальный тепловой режим. Какую-нибудь пару ламп из подобранных вставляют в панели первого или второго канала усилителя и в анодной цепи каждой из этих ламп устанавливают по миллиамперметру. Включают усилитель и через четыре минуты балансируют оконечный каскад по постоянному току для исключения постоянного подмагничивания выходного трансформатора. Для этого с помощью переменного резистора R_{73} добиваются одинаковых показаний обоих миллиамперметров. Каждый из них должен показывать ток 48 *ма*. После этого проверяют ток покоя экранирующих сеток, который должен составлять 5 *ма*.

При отклонении этого тока от указанной величины необходимо точнее подобрать сопротивление резистора R_{74}. Таким же образом балансируют плечи оконечного каскада другого канала.

Далее к отводам обмоток *II* (обязательно симметричным, например, *д* и *о* или *ж* и *м* и т. д.) обоих выходных трансформаторов подключают по две звуковые колонки, вставляют все лампы в панели и включают усилитель. Если один или оба канала будут возбуждаться, что можно определить по возникновению мощного звука в громкоговорителях, необходимо поменять местами точки присоединения резистора обратной связи R_{75} или R_{67} и шасси к обмотке *II* выходного трансформатора возбуждающегося канала.

Замыкают накоротко все входы усилителя и измеряют напряжения на электродах всех ламп относительно корпуса. Эти напряжения должны отличаться от указанных на принципиальной схеме (рис. 1) не более чем на $+20\%$.

Далее налаживают оба канала оконечного усилителя. При регулировке верхнего (по схеме) канала (лампы $Л_6$, $Л_8$, $Л_9$) сигнал от звукового генератора частотой 1000 *гц* и амплитудой порядка 0,5 *в* подают на гнездо *2* ламповой панели штепсельного разъема $Ш_1$. При регулировке разъем $Ш_1$ должен быть разомкнут. Осциллограф и ламповый вольтметр подключают к обмотке *II* выходного трансформатора $Тр_1$ параллельно звуковым колонкам. Увеличивая напряжение звукового генератора, добиваются максимального неискаженного сигнала на выходе усилителя, наблюдая за формой синусоиды на экрани осциллографа и показаниями вольтметра. Эту же операцию повторяют, присоединяя звуковую колонку совместно с осциллографом и ламповым вольтметром ко всем другим симметричным парам отводов обмотки *II* трансформатора $Тр_1$. Среди них выбирают ту пару, у которой выходное неискаженное напряжение оказывается наибольшим, и соединяют ее с выходными гнездами канала. Таким же образом регулируют второй канал оконечного усилителя, но при этом выход звукового генератора подключают к гнезду *I* штепсельного разъема $Ш_1$, а осциллограф и ламповый вольтметр — параллельно звуковой колонке, присоединенные к обмотке *II* выходного трансформатора $Тр_2$.

После этого подбирают глубину отрицательной обратной связи в обоих каналах. Для этого резистор R_{75} (R_{57}) заменяют последовательно соединенными постоянным резистором сопротивлением 300 *ом* и переменным резистором 4,7 *ком*. Вращая движок последнего, добиваются максимального неискаженного выходного напряжения канала. Когда это будет достигнуто, оба резистора заменяют одним постоянным, имеющим то же сопротивление.

Затем проверяют максимальную выходную мощность каждого канала. О ней судят по максимальному выходному напряжению, которое должно быть не менее 4,5 *в*.

Микшерный усилитель не требует налаживания, если он собран точно по принципиальной схеме и режимы работающих в нем ламп правильны.

Далее определяют уровень фона переменного тока и других паразитных шумов. Для этого все регуляторы громкости выводят в положение, соответствующее максимальной громкости, регулятор *«Баланс»* (R_{42}, R_{59}) устанавливают в среднее положение, а входы усилителя замыкают накоротко. При этих условиях показания лампового вольтметра, подключенного к звуковой колонке каждого канала, не должны превышать 5—10 *мв*, что соответствует уровню фона и шумов — 60—54 *дб*. Если напряжение шумов превышает указанную выше величину, необходимо проверить тщательность экранировки монтажа усилителя (особенно каскада на триоде $Л_4$а) и подобрать экспериментально по минимуму фона точку присоединения общей шины к шасси микшерного усилителя.

При установке блоков усилителя в общий кожух необходимо изолировать их от него, а кожух соединить с шасси блока питания в экспериментально найденной по минимуму фона точке одним гибким проводом.

Ревербератор

Искусственная реверберация придает звучанию голоса исполнителя различные оттенки, от которых значительно выигрывает выразительность. Поэтому в последнее время ревербераторы получают все большее распространение в эстрадных коллективах. В основном их выполняют на базе магнитофонов различных типов. Обыч-

но просто устанавливают несколько воспроизводящих головок и число повторений звука, поданного на вход ревербератора, равное числу этих головок. Но это усложняет конструкцию магнитофона, а управлять таким ревербератором неудобно.

Предлагаемый ревербератор, собранный на основе магнитофонной приставки «Нота», скорость движения ленты в которой равна 9,5 *см/сек*, позволяет получить частоту повторения звука 3—4 раза в секунду с регулированием затухания повторений. При этом используется лишь одна воспроизводящая головка. Как показал опыт, увеличение скорости движения магнитной ленты более 9,5 *см/сек* нецелесообразно, так как частота повторений 3—4 раза в секунду создает наиболее приятное восприятие голоса, давая впечатление очень сильно разнесенных источников звука, что способствует получению псевдостереофонического звучания.

Принципиальная схема ревербератора приведена на рис. 9. В приставку «Нота», где он будет установлен, необходимо добавить одну лампу ($Л_1$) и одну воспроизводящую головку, в качестве которой можно использовать универсальную головку от любого магнитофона. В качестве лампы $Л_2$ используется имеющийся в «Ноте» свободный триод лампы 6Н1П (на втором триоде этой лампы собран генератор стирания).

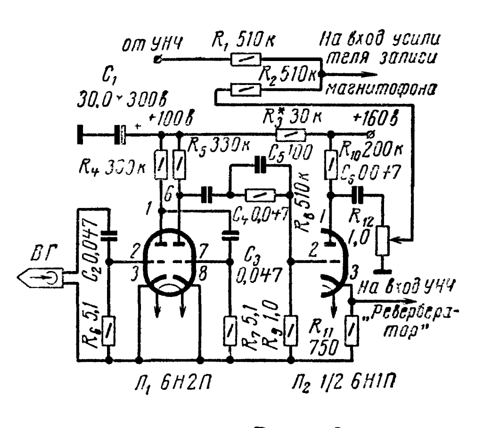


Рис. 9

Ревербератор работает следующим образом. Приставка «Нота» должна быть включена на режим *«Запись»*. Сигнал от гнезда *«К входу ревербератора»* усилителя НЧ поступает через резистор R_1 на вход усилителя записи приставки, записывается на магнитную ленту и через 0,25—0,3 *сек* воспроизводится головкой *ВГ*. Воспроизведенный сигнал усиливается каскадами

на лампах $Л_1$ и $Л_2$, поступает на выход ревербератора с запаздыванием в 0,25—0,3 *сек* по отношению к входному сигналу и снимается на вход усилителя «Ревербератор» с резистора R_{11} в катодной цепи лампы $Л_2$. Одновременно этот же сигнал с движка потенциометра R_{12} через резистор R_2 подается на вход усилителя приставки «Нота», записывается на магнитную ленту, поступает с воспроизводящей головки на вход ревербератора и т. д. Таким образом получают многократное повторение сигнала. Вращая движок потенциометра R_{12}, можно изменять затухание задержанных сигналов.

Цепь частотной коррекции R_8C_5 служит для подчеркивания ревербератором высших звуковых частот.

Переделка магнитофонной приставки заключается в следующем: на место стирающей головки в приставке «Нота» устанавливают универсальную или записывающую головку ЗГ, а стирающую головку переносят левее, рядом с направляющей колонкой (рис. 10). Оставшуюся на месте универсальную головку используют в качестве воспроизводящей (*ВГ* на рис. 10), лампу $Л_1$ и детали ревербератора укрепляют на кронштейне, который размещают на свободном месте внутри приставки, потенциометр R_{12} располагают на ее верхней панели.

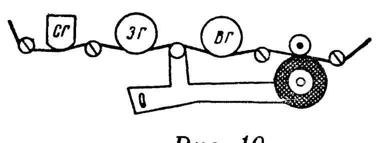


Рис. 10

УСИЛИТЕЛИ

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИМЕНЕНИЕ УСИЛИТЕЛЬНОГО КАСКАДА С ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ НА ТРАНЗИСТОРАХ РАЗЛИЧНОЙ ПРОВОДИМОСТИ

В. Верютин

В каскадах, схемы которых приведены на рис. 1, два транзистора с различными проводимостями гальванически связаны друг с другом. Коллекторный ток T_2 создает падение напряжения на резисторе в цепи эмиттера T_1, и в каскаде возникает последовательная отрицательная обратная связь по току. Благодаря ей каскад имеет вы-

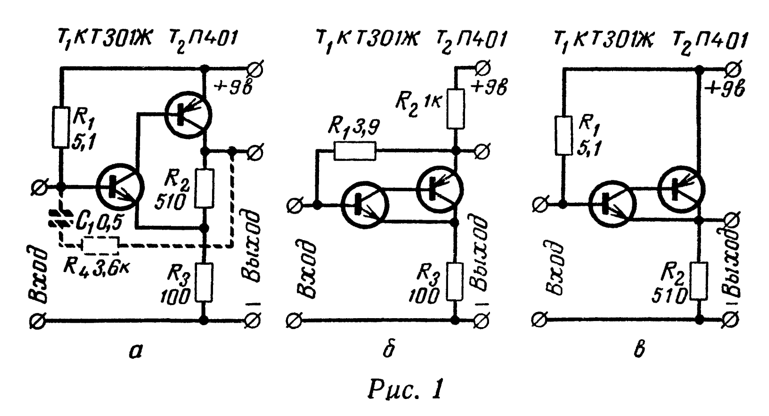


Рис. 1

сокую температурную стабильность, высокое входное и низкое выходное сопротивление (соответственно 0,1—10 *Мом* и 0,01—1,0 *ком*).

На рис. 1, *а* приведена схема усилительного каскада, в котором входной и выходной сигналы совпадают по фазе. Коэффициент усиления по напряжению $K_н$ в этом

каскаде более единицы, поэтому при введении параллельной положительной обратной связи по напряжению (на рис. 1, *а* ее цепь показана штриховой линией) каскад превращается в несимметричный мультивибратор. Частота генерации мультивибратора при данных деталей, указанных на рис. 1, *а*, равна 0,7 *гц* при скважности 15. К. п. д. этого мультивибратора очень высок: в момент импульса ток, потребляемый генератором, равен 14 *ма*, а при отсутствии импульса в основном определяется $I_{ко}$ транзистора T_2.

В каскаде, собранном по схеме рис. 1, *б*, фазы входного и выходного сигнала отличаются друг от друга на 180°. Особенность каскада состоит в том, что токи, протекающие через резисторы R_2 и R_3, равны. Поэтому коэффициент усиления каскада по напряжению определяется только отношением сопротивлений этих резисторов и практически не зависит от параметров транзисторов. Для каскада с данными деталей, указанными на рис. 1, *б*, $К_н = 10$, $R_{вх} = 220$ *ком*.

Каскад, схема которого изображена на рис. 1, *в*, представляет собой эмиттерный повторитель с высоким входным сопротивлением (2 *Мом*) и коэффициентом усиления по напряжению, близким к единице ($K_н = 0{,}98$). Коэффициент усиления $B_{ст}$ транзисторов T_1 и T_2, используемых в этом каскаде, может быть любым. При увеличении $B_{ст}$ каждого транзистора все свойства каскада улучшаются. Транзистор T_1 работает в режиме с малым $I_к$ порядка 0,05—1,0 *ма*, поэтому на этом месте следует применять транзистор, имеющий при малом $I_к$ возможно большее усиление по току. Коллекторный ток T_1 является базовым для T_2, поэтому $I_{ко}$ транзистора T_1 не должен превышать 2 *мка*. Если же он больше указанного значения, то между базой и эмиттером T_2 нужно включить резистор сопротивлением 1,5—3 *ком*. Наименьший коллекторный ток T_2 не должен превышать 100 *мка*.

В качестве T_1 во всех каскадах желательно применять кремниевые транзисторы МП113А, КТ301Ж, КТ315 и КТ312 с любыми буквенными индексами. На месте T_2 можно использовать любые маломощные транзисторы.

Описанные усилительные каскады могут быть введены в различные радиоустройства. Ниже описываются некоторые приборы, содержащие такие каскады.

Транзисторный вольтметр постоянного тока

Этот прибор имеет входное сопротивление 2 *Мом/в* и обладает очень высокой температурной стабильностью. Практически уход нуля не наблюдается, даже если вольтметр беспрерывно включен в течение длительного времени.

При $R_{вх}=2$ *Мом/в* вольтметром можно измерять напряжения до 50 *в* в поддиапазонах: 0—0,05; 0,1—0,25; 0,5—1,0; 2,5; 5; 10; 25; 50 *в*, а при $R_{вх}=200$ *ком/в* — напряжения до 500 *в* в поддиапазонах: 0—0,5; 1,0; 2,5; 5; 10; 25; 50; 100; 250; 500 *в*.

Вольтметр питается напряжением 4,5 *в* от трех последовательно соединенных элементов 332 (ФБС-0,25) или от батареи 3336Л (КБСЛ-0,5) и потребляет ток 3 *ма*. Точность измерения не хуже +2%. Диапазон рабочих температур 10—30° С. В вольтметре используется микроамперметр типа М24 с током полного отклонения стрелки 50 *мка* и сопротивлением рамки 1810 *ом*.

Схема вольтметра приведена на рис. 2. Вольтметр представляет собой балансный усилитель, в каждом плече которого использован каскад, упрощенная схема которого дана на рис. 1, *а*.

Переключатель рода работ $П_1$ имеет 4 положения «*Выключено*», «*Установка 0*», «$V\times1$» и «$V\times10$».

В положениях «*Установка 0*» и «$V\times1$» проверяют напряжение питания и уравновешивают балансный усилитель. Напряжение питания контролируют (при положении $П_1$ «*Установка 0*») следующим образом: нажав кнопку $Кн_1$ и вращая движок потенциометра R_{16}, устанавливают стрелку микроамперметра на последнее деление шкалы. При этом напряжение питания будет составлять 3,9 *в*. Далее уравновешивают балансный усилитель. Для этого, отпустив кнопку $Кн_1$ и оставив переключатель $П_1$ в положении «*Установка* 0», вращают движок потенциометра R_{12} до тех пор, пока стрелка микроамперметра не остановится на нуле. Тогда потенциалы точек «*в*» и «*г*» сравняются. Потом $П_1$ устанавливают в положение «$V\times1$» и при помощи потенциометра R_{11} опять добиваются нулевого положения стрелки микроамперметра, уравнивая при этом потенциалы точек «*а*» и «*б*».

В положении «$V\times1$» переключателя $П_1$ вольтметром можно измерять напряжения до 50 *в* при $R_{вх}=2$ *Мом/в*.

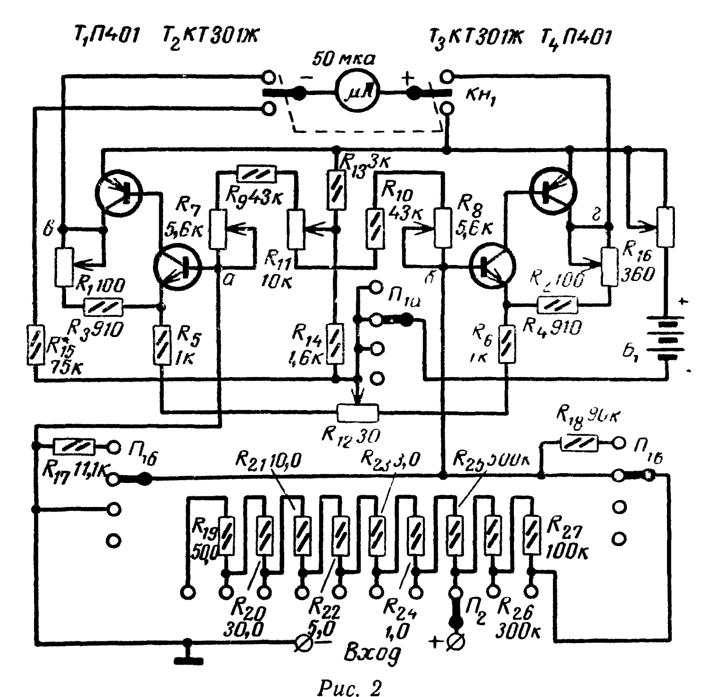


Рис. 2

Переключатель $П_1$ находится в положении V×1, а $П_2$ — в положении 0—1,0

При переключении $П_1$ в положение «*V×10*» включается дополнительный делитель напряжения на резисторах R_{17} и R_{18} и максимальное измеряемое напряжение повышается до 500 *в,* а входное сопротивление уменьшается до 200 *ком/в*.

Вольтметр собран в корпусе из листового дюралюминия размером 225×135×45 *мм.* На переднюю панель выведены переключатели $П_1$ и $П_2$, кнопка $Кн_1$, потенциометры R_{11}, R_{12} и R_{16}. Подстроечные потенциометры R_1, R_2, R_7 и R_8 укреплены внутри прибора и используются для калибровки его, которую нужно делать не реже одного раза в год.

Чтобы корпуса транзисторов T_1, T_4 и T_2, T_3 нагревались одинаково, эти транзисторы попарно склеивают клеем БФ-2 донышками вместе, предварительно проложив между ними прокладку из какого-либо изоляционного материала.

Переключатели $П_1$ и $П_2$ — галетные, потенциометры — проволочные, типа ППЗ.

Все постоянные резисторы прибора должны иметь отклонения от номиналов, указанных на принципиальной схеме, не более чем на $\pm 1\%$.

Налаживание вольтметра сводится к его калибровке, которая осуществляется следующим образом.

Устанавливают движки потенциометров R_{11} и R_{12} в среднее положение и уравновешивают балансный усилитель способом, описанным выше, но не с помощью потенциометров R_{11} и R_{12}, а при помощи подстроечных потенциометров R_1 и R_2 в положении переключателя $П_1$ «*Установка* 0» и при помощи R_7 и R_8, переключив $П_1$ в положение «$V \times 1$». Затем к точкам «*а*» и «*б*» подключают источник тока с напряжением, равным 0,05 *в*, и вращая поочередно движки потенциометров R_1 и R_2, добиваются предельного отклонения стрелки микроамперметра, следя за тем, чтобы при отключении источника питания она возвращалась в нулевое положение. Далее устанавливают переключатель $П_2$ в положение «50 *в*», подключают к входу вольтметра эталонный источник тока напряжением 50 *в* (соблюдать полярность!) и, вращая поочередно потенциометры R_7 и R_8, снова добиваются предельного отклонения стрелки индикатора, следя за тем, чтобы при отключении источника тока стрелка индикатора возвращалась в нулевое положение.

После такой калибровки сопротивление между точками «*а*» и «*б*» будет равно точно 100 *ком*, а стрелка индикатора должна находиться на нуле.

Звуковой генератор со ступенчатым изменением частоты

Генератор отличается высокой стабильностью частоты и постоянством выходного напряжения.

Диапазон частот генератора 20 *гц* — 200 *кгц* разбит на четыре поддиапазона: 20—200 *гц* с изменением частоты через 20 *гц*; 200—2000 *гц* — через 200 *гц*; 2—20 *кгц* — через 2 *кгц*; 20—200 *кгц* — через 20 *кгц*.

Амплитуду выходного напряжения можно плавно изменять от 0 до 1 *в* и ослаблять скачкообразно в 10, 100 и 1000 раз. В качестве индикатора выходного напряжения

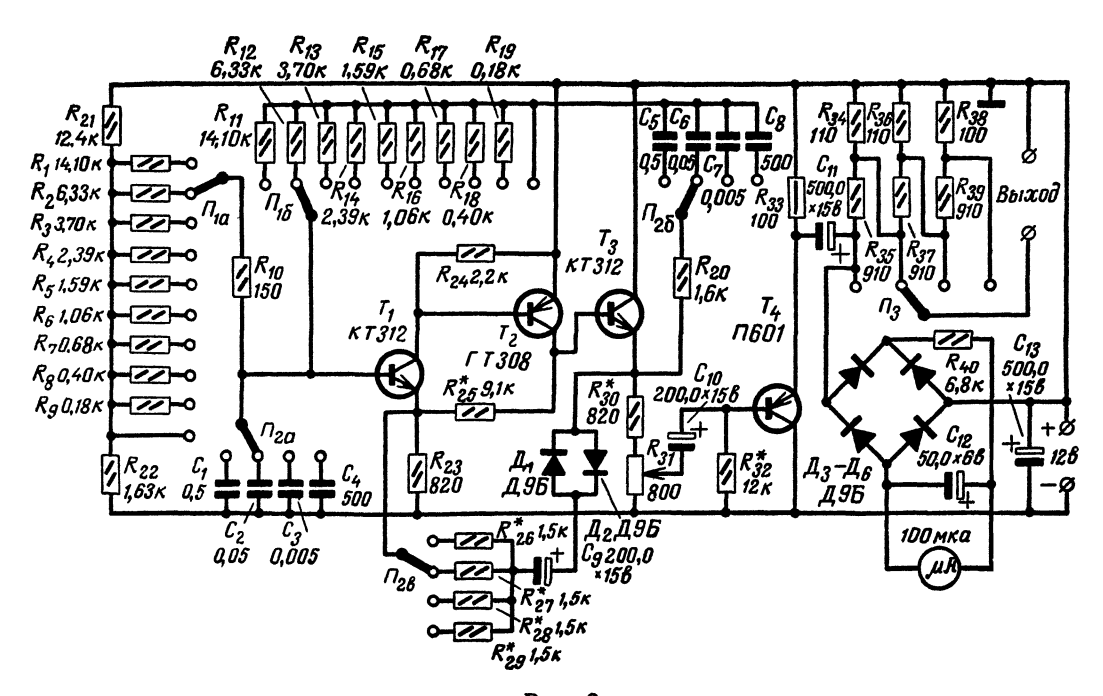


Рис. 3

Переключатель $П_1$ находится в положении 400 гц, а $П_2$ — в положении 200—2000 гц

применен микроамперметр с током полного отклонения стрелки 100 *мка.* Выходное сопротивление генератора 91 *ом.* Его можно питать как от выпрямителя, так и от отдельной батареи или аккумулятора напряжением 12 *в.*

Схема генератора приведена на рис. 3. Усилительный каскад на транзисторах T_1 и T_2 имеет очень большое входное и малое выходное сопротивления. Транзистор T_4 включен по схеме эмиттерного повторителя и является усилителем мощности. Его необходимо снабдить радиатором площадью 25 *см*^{2}.

Резисторы R_{25}, R_{26}, R_{27}, R_{28}, R_{29} для получения максимальной неискаженной амплитуды генерируемого напряжения подбирают во время налаживания генератора. Номиналы всех резисторов, не отмеченных звездочкой, и конденсаторов C_1—C_8 должны отклоняться от указанных на принципиальной схеме не более чем на ±1%.

Генератор заключен в корпус размерами 250×120×55 *мм,* изготовленный из листового дюралюминия толщиной 1,5 *мм.*

Транзисторное реле — указатель поворота

Схема этого реле приведена на рис. 4. Максимальная мощность ламп накаливания $Л_1$ и $Л_2$ может достигать 24 *вт* и зависит от коэффициента усиления по току транзистора T_3.

Каскад на транзисторах T_1 и T_2 представляет собой несимметричный мультивибратор. Частоту генерируемых им прямоугольных импульсов можно изменять, подбирая конденсатор C_1. Каскад на транзисторе T_3 служит усилителем мощности.

Рис. 4

Транзисторы T_2 и T_3 работают в ключевом режиме, и мощность, выделяемая на них, не превышает допустимую, поэтому радиаторы для них не нужны.

В качестве T_1 и T_2 можно применить любые маломощные германиевые или кремниевые транзисторы.

НАША ИНФОРМАЦИЯ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В СХЕМАХ

В. Фролов

Составление и чтение электрических схем современных радиоэлектронных устройств практически невозможно без применения определенной системы условных обозначений.

Работы по созданию единой системы обозначений для схем в Советском Союзе ведутся уже около 20 лет. В 1952 году такая система символов была установлена Межведомственной нормалью «Система чертежного хозяйства» (СЧХ) для радиоэлектронной и приборостроительной отраслей промышленности, в 1955 году на ряд обозначений в радиосхемах был введен ГОСТ 7624—55, в 1963 г.— ГОСТ 7624—62. Однако быстрое развитие радиоэлектроники в последние годы, разработка большого количества новых элементов потребовали пересмотра и дополнения системы условных обозначений значительным числом новых символов.

С 1 января 1971 года введен в действие комплекс стандартов, устанавливающий единую систему условных графических обозначений в схемах. Эти стандарты входят в состав Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Здесь мы приводим наиболее часто встречающиеся в схемах условные обозначения. Обращаем внимание читателей на то, что обозначения ряда элементов (например, магнитная антенна, магнитные и механические головки, пьезоэлементы, коаксиальные разъемы) измене-

ны по сравнению с действовавшим ранее ГОСТ 7624-62. Изменились и буквенные позиционные обозначения некоторых элементов (звукосниматели, электродвигатели и т. д.).

Полные сведения об условных обозначениях содержатся в официально изданном сборнике «Обозначения условные графические в схемах. ГОСТ2.721—68 — ГОСТ2.748-68, ГОСТ2.750—68, ГОСТ2.751—68» (Москва, 1969).

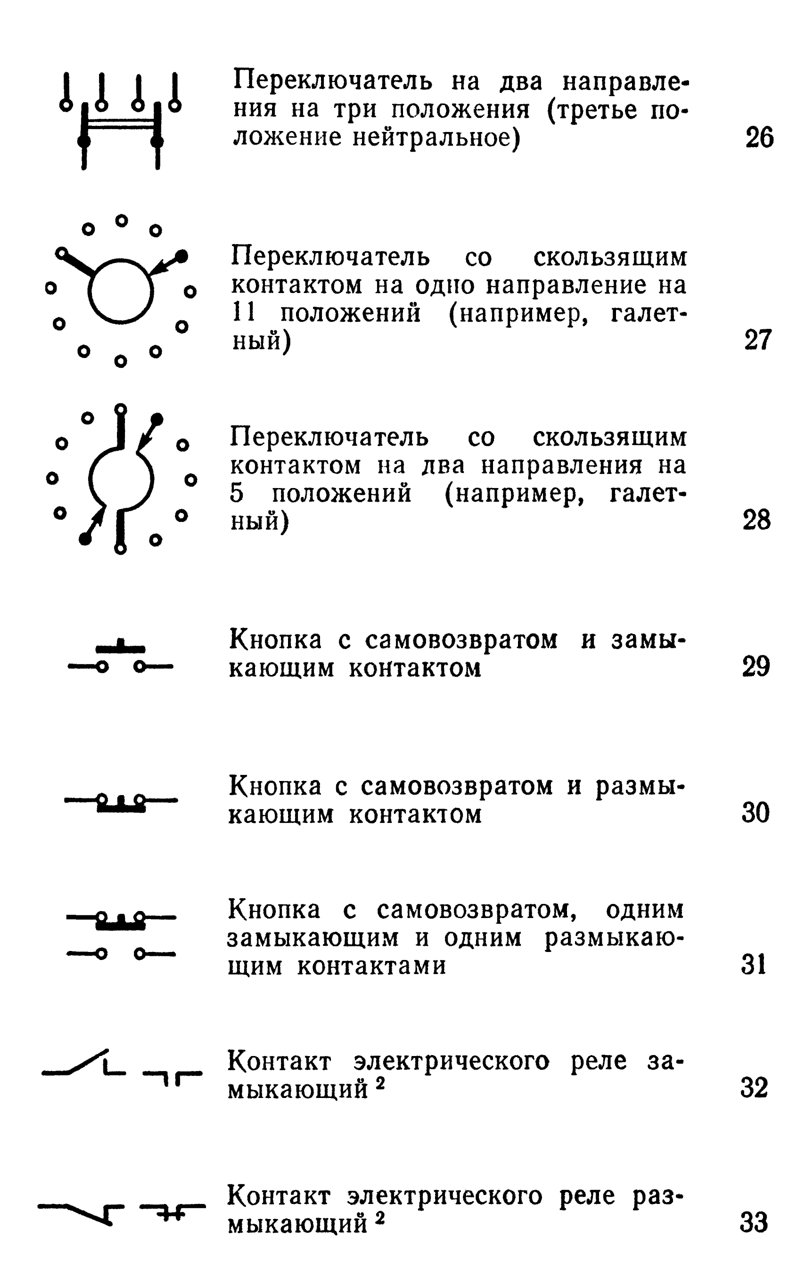
Издательство обращается ко всем авторам с просьбой оформлять графический материал (схемы), направляемый в наш адрес, в соответствии с указанными стандартами ЕСКД, выдержки из которых приведены здесь.

Графические обозначения элементов

	Постоянный ток и напряжение. Общее обозначение	1
	Переменный ток и напряжение. Общее обозначение	2
	Ток пульсирующий	3
	Антенна несимметричная. Общее обозначение	4
	Антенна симметричная. Общее обозначение	5
	Вибратор несимметричный (например, штыревая телескопическая антенна)	6
	Вибратор симметричный	7
	Вибратор петлевой	8
	Антенна рамочная	9

	Антенна с ферромагнитным сердечником (например, с ферритовым) [1]	10
	Противовес	11
	Заземление	12
	Корпус (машины, аппарата, прибора)	13
	Линии электрической связи, провода, кабели, жгуты пересекающиеся, электрически не соединенные	14
	Линии электрической связи пересекающиеся, электрически соединенные	15
	Экран, охватывающий группу элементов, соединенный с корпусом	16
	Линия электрической связи, провод, кабель экранированный, экран соединен с корпусом	17

	Линия электрической связи коаксиальная, кабель коаксиальный, экран заземлен	18
	Линия электрической связи, осуществленная гибким проводом; провод, кабель, токопровод гибкие	19
	Выключатель. Общее обозначение	20
	Выключатель многополюсный (двухполюсный)	21
	Переключатель на одно направление (однополюсный) на два положения	22
	Переключатель однополюсный на два положения с безобрывным переключением	23
n	Переключатель на одно направление (однополюсный) на *n* положений	24
	Переключатель на два направления (двухполюсный) на два положения	25



	Переключатель на два направления на три положения (третье положение нейтральное)	26
	Переключатель со скользящим контактом на одно направление на 11 положений (например, галетный)	27
	Переключатель со скользящим контактом на два направления на 5 положений (например, галетный)	28
	Кнопка с самовозвратом и замыкающим контактом	29
	Кнопка с самовозвратом и размыкающим контактом	30
	Кнопка с самовозвратом, одним замыкающим и одним размыкающим контактами	31
	Контакт электрического реле замыкающий [2]	32
	Контакт электрического реле размыкающий [2]	33

	Контакт электрического реле переключающий [2]	34
	Обмотка реле. Общее обозначение	35
	Обмотка однообмоточного реле	36
	Обмотки двухобмоточного реле	37
	Обмотка поляризованного реле	38
	Электромагнит однообмоточный	39
	Разъем штепсельный. Общее обозначение	40
	Штепсель. Общее обозначение	41
	Гнездо. Общее обозначение	42

Разъем штепсельный коаксиальный (высокочастотный)	43
Штепсельная часть коаксиального разъема	44
Гнездовая часть коаксиального разъема	45
Коаксиальный разъем, штепсельная часть которого соединена с коаксиальным кабелем, а гнездовая — с одиночным проводом	46
Разъем штепсельный экранированный	47
Гнездо телефонное двухпроводное	48
Гнездо телефонное двухпроводное многоконтактное	49
Штепсель телефонный двухпроводный	0
Гнездо для подключения антенны, телефона, звукоснимателя и т. п.	51

	Гнездо контрольное	52
	Соединение электрическое разъемное (винтом, зажимом и т. п.)	53
	Прибор электроизмерительный показывающий. Для указания назначения прибора в его обозначение вписывают буквенные обозначения единиц измерения или измеряемых величин	54
	Счетчик импульсов	55
	Термопара. Утолщенная сторона изображения обозначает отрицательную полярность	56
	Шунт	57
	Резистор нерегулируемый. Общее обозначение	58
	Резистор нерегулируемый, номинальная мощность рассеяния которого равна	
	0,05 *вт*	59
	0,12 *вт*	60
	0,25 *вт*	61
	0,5 *вт*	62
	1 *вт*	63
	2 *вт*	64
	5 *вт*	65

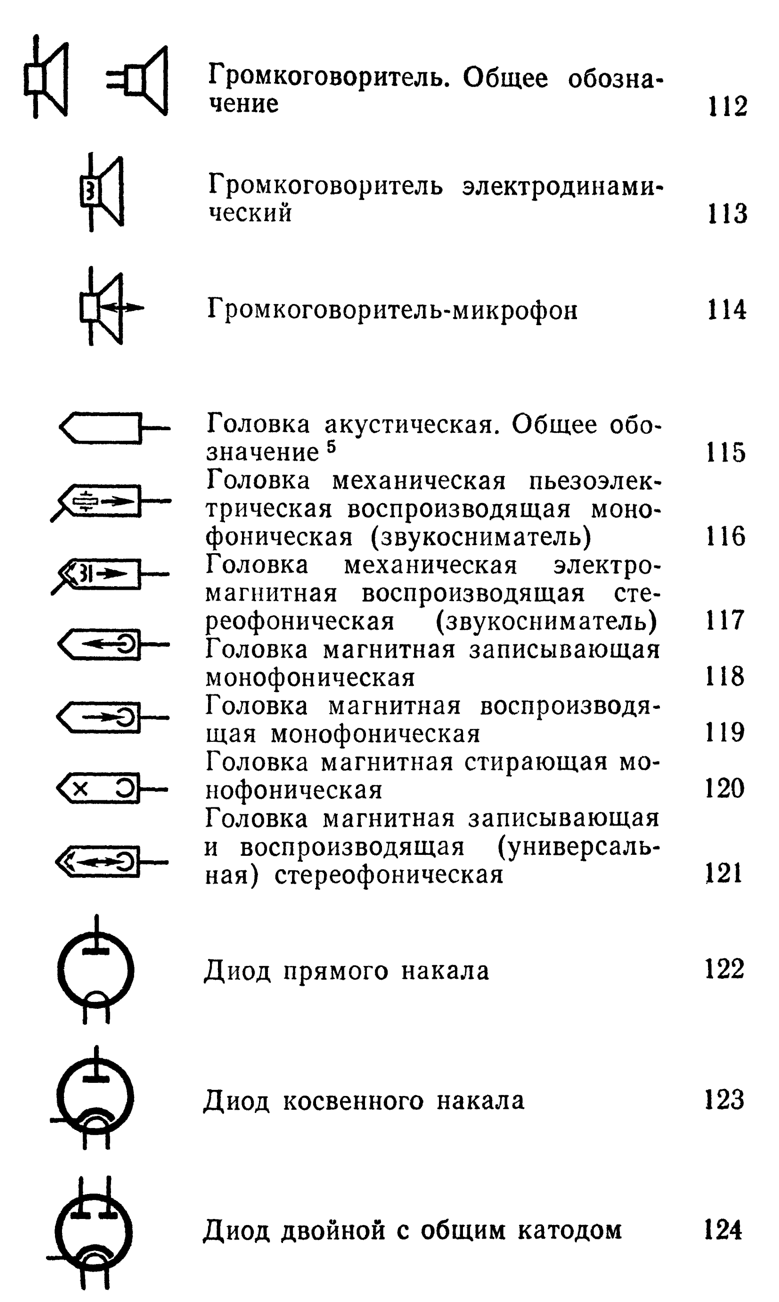
	Резистор нерегулируемый с отводами [3]	66
	Резистор регулируемый (реостат). Общее обозначение	67
	Резистор регулируемый (реостат) с разрывом цепи	68
	Резистор регулируемый (реостат) без обрыва цепи	69
	Резистор регулируемый (потенциометр). Общее обозначение	70
	Резистор регулируемый (потенциометр) с отводами	71
	Резистор подстроечный (реостат с подстроечным регулированием). Общее обозначение	72
	Резистор подстроечный с разрывом цепи	73
	Резистор подстроечный (потенциометр с подстроечным регулированием)	74
U	Варистор	75
t°	Терморезистор (термистор) косвенного подогрева	76
	Конденсатор нерегулируемый (постоянной емкости). Общее обозначение	77
+ −	Конденсатор электролитический полярный [4]	78
	Конденсатор электролитический неполярный	79

	Конденсатор проходной	80
	Конденсатор регулируемый (переменной емкости). Для указания подвижного элемента (ротора) на его обозначении ставят точку	81
	Блок конденсаторов переменной емкости (например, трехсекционный)	82
	Конденсатор подстроечный	83
U	Вариконд	84
	Конденсатор дифференциальный	85
	Катушка индуктивности, дроссель без сердечника	86
	Катушка индуктивности с отводами (например, тремя)	87
	Катушка индуктивности со скользящими контактами (например, двумя)	88
	Катушка индуктивности с магнитодиэлектрическим сердечником	89
	Катушка индуктивности, подстраиваемая магнитодиэлектрическим сердечником	90
	Катушка индуктивности, подстраиваемая немагнитным сердечником	91

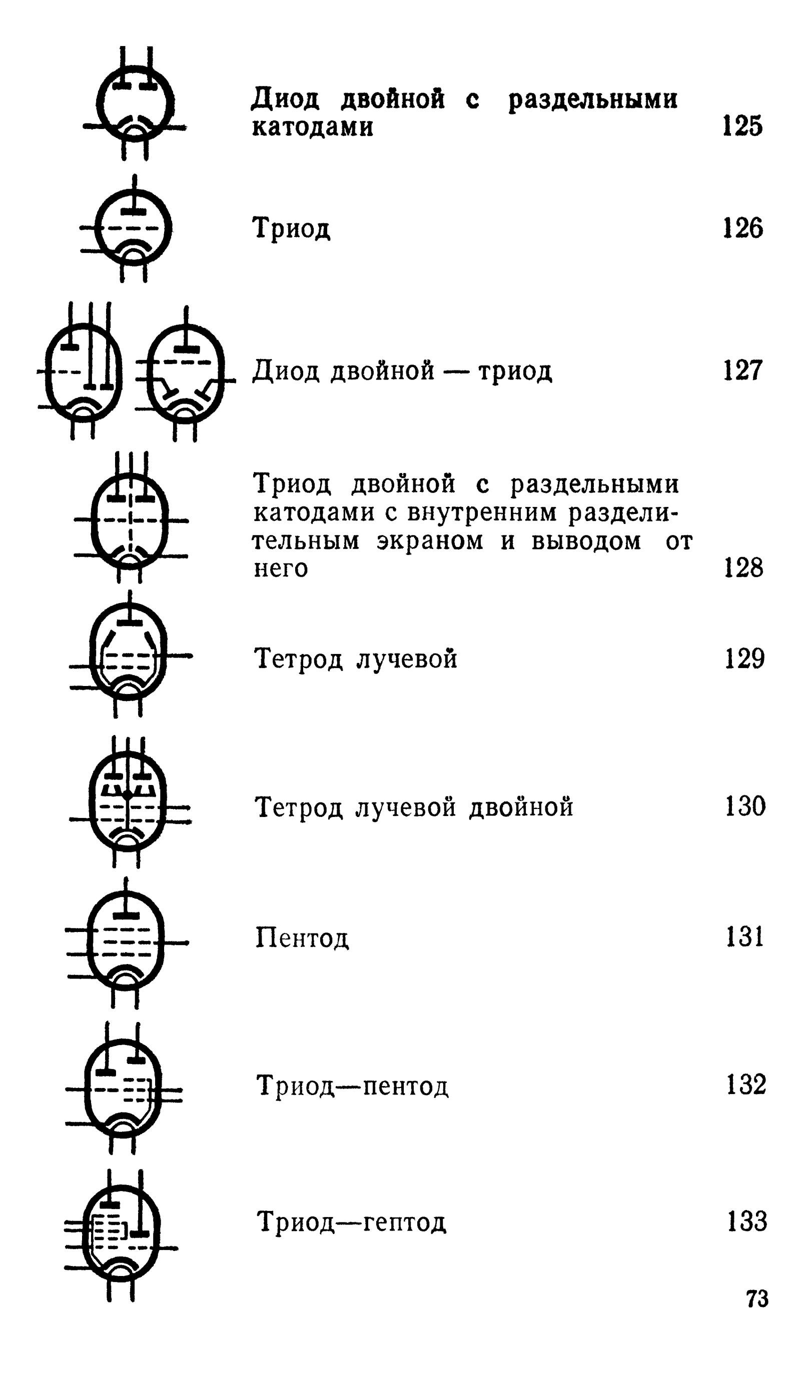


	Катушка индуктивности, подстраиваемая ферромагнитным сердечником (например, ферритовым)	92
	Трансформатор без сердечника с постоянной связью	93
	Трансформатор без сердечника с переменной связью	94
	Трансформатор с магнитодиэлектрическим сердечником	95
	Трансформатор, подстраиваемый общим магнитодиэлектрическим сердечником	96
	Трансформатор с постоянной связью, каждая из обмоток которого подстраивается магнитодиэлектрическим сердечником	97
	Трансформатор с переменной связью, каждая из обмоток которого подстраивается ферромагнитным сердечником (например, ферритовым)	98
	Трансформатор с ферромагнитным сердечником	99
	Трансформатор однофазный трехобмоточный с ферромагнитным сердечником и экраном между обмотками	100

	Автотрансформатор однофазный с ферромагнитным сердечником	101
	Элемент гальванический или аккумуляторный [4]	102
	Батарея из гальванических или аккумуляторных элементов	103
	Телефон. Общее обозначение	104
ЭI	Телефон электромагнитный	105
	Микрофон. Общее обозначение	106
З	Микрофон электродинамический	107
	Микрофон угольный	108
	Микрофон электростатический (конденсаторный)	109
ЭI	Микрофон электромагнитный стереофонический	110
	Ларингофон и остеофон пьезоэлектрические	111



	Громкоговоритель. Общее обозначение	112
	Громкоговоритель электродинамический	113
	Громкоговоритель-микрофон	114
	Головка акустическая. Общее обозначение [5]	115
	Головка механическая пьезоэлектрическая воспроизводящая монофоническая (звукосниматель)	116
	Головка механическая электромагнитная воспроизводящая стереофоническая (звукосниматель)	117
	Головка магнитная записывающая монофоническая	118
	Головка магнитная воспроизводящая монофоническая	119
	Головка магнитная стирающая монофоническая	120
	Головка магнитная записывающая и воспроизводящая (универсальная) стереофоническая	121
	Диод прямого накала	122
	Диод косвенного накала	123
	Диод двойной с общим катодом	124



Диод двойной с раздельными катодами	**125**
Триод	126
Диод двойной — триод	127
Триод двойной с раздельными катодами с внутренним разделительным экраном и выводом от него	128
Тетрод лучевой	129
Тетрод лучевой двойной	130
Пентод	131
Триод—пентод	132
Триод—гептод	133



Индикатор электронносветовой	134
Тиратрон с тремя сетками	135
Тиратрон с холодным катодом	136
Индикатор тлеющего разряда (неоновая лампа)	137
Стабилитрон	138
Стабилизатор тока (бареттор)	139
Декатрон коммутаторный, лампа индикаторная	140
Трубка электроннолучевая и кинескоп двуханодный с электростатической фокусировкой и электростатическим отклонением	141
Трубка осциллографическая с электромагнитной фокусировкой и электромагнитным отклонением	142

Фотоэлемент электронный 143

Умножитель фотоэлектронный однокаскадный 144

Умножитель фотоэлектронный пятикаскадный 145

Лампа накаливания осветительная и сигнальная 146

Диод полупроводниковый. Выпрямитель полупроводниковый, состоящий из одного или нескольких последовательно, параллельно или смешанно соединенных диодов 147

Диод полупроводниковый с двойной базой 148

Диод туннельный 149

Стабилитрон полупроводниковый, диод лавинный с односторонней проводимостью 150

Стабилитрон полупроводниковый, диод лавинный с двусторонней проводимостью 151

Варикап 152

	Диод управляемый (тиристор диодный) с управляющим выводом от области *n*	153
	Диод управляемый (тиристор диодный) с управляющим выводом от области *p*	154
	Триод полупроводниковый (транзистор) типа *p-n-p*	155
	Триод полупроводниковый (транзистор) типа *n-p-n*	156
	Транзистор туннельный	157
	Транзистор канальный (полевой) с базой типа *n*	158
	Транзистор канальный (полевой) с базой типа *p*	159
	Транзистор канальный (полевой) с изолированным затвором и с омическими связями истока и стока (тонкопленочный тип)	160
	Фоторезистор	161

	Фотодиод	162
	Фототранзистор типа *p-n-p*	163
	Фотоэлемент полупроводниковый	164
	Двигатель постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов и центробежным вибрационным стабилизатором скорости вращения	165
	Двигатель асинхронный однофазный с расщепленными полюсами с короткозамкнутым ротором	166
	Элемент пьезоэлектрический с двумя электродами	167
	Элемент магнитострикционный многообмоточный	168
	Линия задержки электромагнитная с сосредоточенными параметрами многоотводная	169
	Предохранитель плавкий. Общее обозначение	170

Буквенные позиционные обозначения элементов

Наименование	Обозначение
Резистор (нерегулируемый, регулируемый), терморезистор, тензометр	*R*
Конденсатор (нерегулируемый, регулируемый)	*C*
Катушка индуктивности	*L*
Амперметр	*A*
Миллиамперметр	*mA*
Микроамперметр	*μA*
Вольтметр	*V*
Милливольтметр	*mV*
Омметр	Ω
Мегомметр	*M*Ω
Частотомер	*Hz*
Волномер	λ
Антенна, устройство антенное	*Ан*
Батарея аккумуляторная, гальваническая, батарея из термоэлементов	*Б*
Выключатель, переключатель, разъединитель, контроллер, автомат защиты сети	*В*
Диод полупроводниковый, вентиль полупроводниковый	*Д*
Дроссель	*Др*
Прибор звуковой сигнализации (например, звонок)	*Зв*
Прибор измерительный (общее обозначение)	*ИП*
Соединение разъемное электрическое (клемма, винт, болт, зажим)	*Кл*
Кнопка	*Кн*
Прибор электронный (лампа, трубка) прибор ионный; прибор осветительный (лампа газоразрядная, лампа накаливания, лампа дуговая)	*Л*
Линия задержки	*Лз*
Ларингофон	*Лф*
Двигатель (мотор)	*М*
Микрофон	*Мк*
Соединители монтажные (планка, колодка, гребенка, рамка, рейка)	*П*
Приспособление контактное (например, токосъемник)	*ПК*
Прибор полупроводниковый	*ПП*

Наименование	Обозначение
Предохранитель	*Пр*
Пьезоэлемент	*Пэ*
Реле, контактор, пускатель	*Р*
Сельсин	*Сс*
Триод полупроводниковый (транзистор)	*Т*
Термопара, термопреобразователь	*Тп*
Трансформатор, автотрансформатор	*Тр*
Телефон	*Тф*
Устройство соединительное (разъем штепсельный, колодка, вставка)	*Ш*
Шунт	*Шн*
Электромагнит, муфта электромагнитная	*Эм*
Элементы разные	*Э*

Примечания: 1. Общее обозначение антенны допускается не указывать.

2. Допускается линию в обозначении подвижного контакта утолщать.

3. При большом количестве отводов длину обозначения резистора допускается увеличивать.

4. Допускается знаки полярности не указывать.

5. Акустические головки изображают с необходимым количеством выводов.

Буквенные позиционные обозначения элементов

Наименование	Обозначение
Резистор (нерегулируемый, регулируемый), терморезистор, тензометр	*R*
Конденсатор (нерегулируемый, регулируемый)	*C*
Катушка индуктивности	*L*
Амперметр	*A*
Миллиамперметр	*mA*
Микроамперметр	*μA*
Вольтметр	*V*
Милливольтметр	*mV*
Омметр	Ω
Мегомметр	*M*Ω
Частотомер	*Hz*
Волномер	λ
Антенна, устройство антенное	*Ан*
Батарея аккумуляторная, гальваническая, батарея из термоэлементов	*Б*
Выключатель, переключатель, разъединитель, контроллер, автомат защиты сети	*В*
Диод полупроводниковый, вентиль полупроводниковый	*Д*
Дроссель	*Др*
Прибор звуковой сигнализации (например, звонок)	*Зв*
Прибор измерительный (общее обозначение)	*ИП*
Соединение разъемное электрическое (клемма, винт, болт, зажим)	*Кл*
Кнопка	*Кн*
Прибор электронный (лампа, трубка) прибор ионный; прибор осветительный (лампа газоразрядная, лампа накаливания, лампа дуговая)	*Л*
Линия задержки	*Лз*
Ларингофон	*Лф*
Двигатель (мотор)	*М*
Микрофон	*Мк*
Соединители монтажные (планка, колодка, гребенка, рамка, рейка)	*П*
Приспособление контактное (например, токосъемник)	*ПК*
Прибор полупроводниковый	*ПП*

Наименование	Обозначение
Предохранитель	*Пр*
Пьезоэлемент	*Пэ*
Реле, контактор, пускатель	*Р*
Сельсин	*Сс*
Триод полупроводниковый (транзистор)	*Т*
Термопара, термопреобразователь	*Тп*
Трансформатор, автотрансформатор	*Тр*
Телефон	*Тф*
Устройство соединительное (разъем штепсельный, колодка, вставка)	*Ш*
Шунт	*Шн*
Электромагнит, муфта электромагнитная	*Эм*
Элементы разные	*Э*

Примечания: 1. Общее обозначение антенны допускается не указывать.

2. Допускается линию в обозначении подвижного контакта утолщать.

3. При большом количестве отводов длину обозначения резистора допускается увеличивать.

4. Допускается знаки полярности не указывать.

5. Акустические головки изображают с необходимым количеством выводов.

СОДЕРЖАНИЕ

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

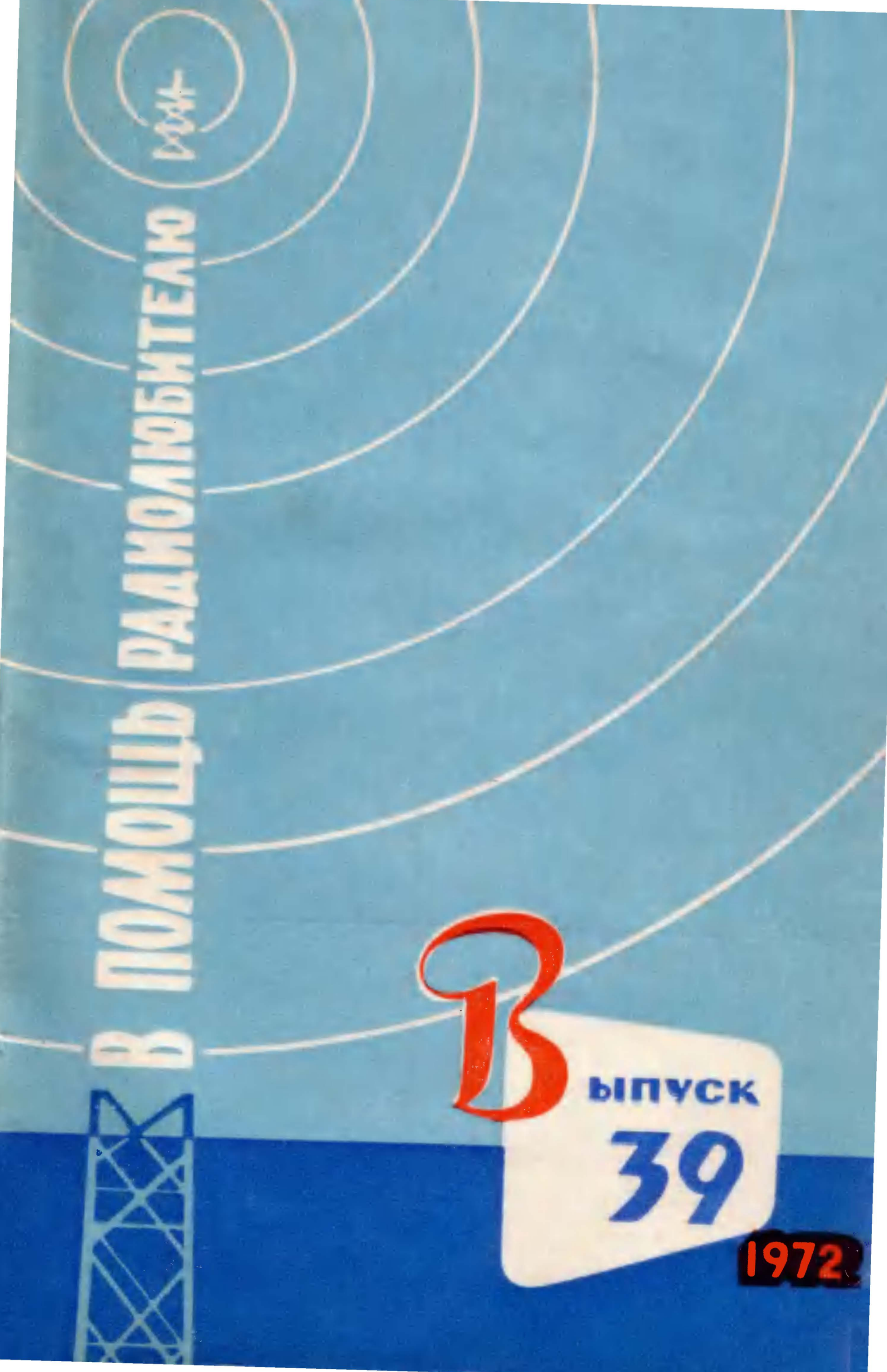
Выпуск 39

Редактор *Л. А. Енина*
Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
Технический редактор *З. И. Сарвина*
Корректор *А. Г. Холоденко*

Г-10674. Сдано в набор 13/I-72. Подписано к печати 11/IV-72. Изд. № 2/5953. Формат 84×108 1/32. Бумага типографская № 2. Тираж 360 000 экз. Цена 15 коп Объем физ. п. л. 2,5=4,2, усл. п. л. Уч.-изд. л. 3,47.

Изд-во ДОСААФ, Москва, Б-66, Новорязанская ул., д. 26.

Отпечатано с матриц ордена Ленина комбината печати издательства «Радянська Украіна» Киев, Анри Барбюса, 51 2, на Киевском полиграфическом комбинате Комитета по печати при Совете Министров УССР, Довженко, 3 Зак № 2—1216.


В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
Выпуск
39
1972